

Zvaigžņotā DEBESS

2023
RUDENS



Jauns asteroīds
LATVIJAI

Geomagnētiskās
VĒTRAS
un cilvēks

Klāt
ZIEMEĻBLĀZMU
sezona

Izdevējs



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE



NEITRĪNO
izgaismo Piena Ceļu

Gravitācijas viļņu "dūkoņa"

6. lpp.



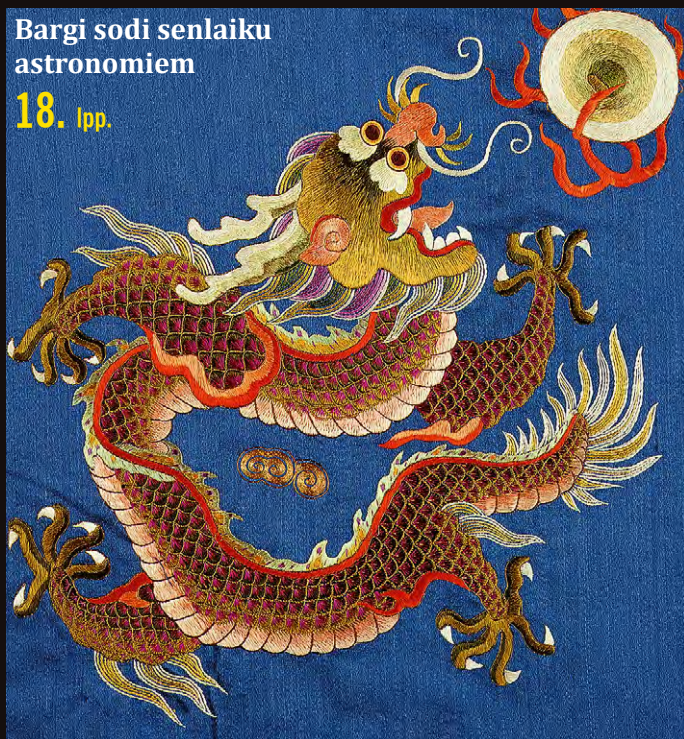
Zvaigžņu puisēns

53. lpp.



Bargi sodi senlaiku astronomiem

18. lpp.



Latvijas astronomi novēro kosmiskos māzerus

2. lpp.



Iesveriet man Marsa smiltis!

30. lpp.



Miljards dolāru "izkūp" gaisā

36. lpp.



ZVAIGŽNOTĀ DEBESS
2023. GADA RUDENS (261)

Izdevējs:



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE

Dibinātājs: Latvijas Zinātņu akadēmijas
Astrofizikas laboratorija (1958).

Zvaigžnotā Debess ir populārzinātnisks
izdevums par astronomiju.

Iznāk četras reizes gadā. Žurnālā tiek
sniegta informācija par astronomijas
un kosmonautikas sasniegumiem, tas
piedāvā jaunākās ziņas par Saules
sistēmu un citplanētām, par zvaigznēm,
galaktikām un Visuma uzbūvi, kā arī
stāsta par orbitālajiem un virszemes
teleskopiem un kosmiskajiem aparātiem.

Redakcijas kolēģija:

Galvenais redaktors
Dr. paed. Ilgonis Vilks,
galvenā redaktora vietnieks
Dr. sc. comp. Mārtiņš Gills,
Anna Gintere,
Dr. sc. ing. Jānis Kaminskis,
Mg. sc. comp. Raitis Misa,
PhD Artūrs Vrublevskis,
Mg. paed. Ieva Žarāne,
Vents Zvaigzne.

Maketētāja: Baiba Lazdiņa

Literārais redaktors: Oskars Lapsiņš

Žurnāls sagatavots:

Latvijas Universitātes
Akadēmiskajā apgādā
Tālrunis: 67034889
E-pasts: apgads@lu.lv

Iespiests: SIA Latgales drukā

Vietne un digitālais arhīvs:
www.lu.lv/zvd

Uz 1. vāka: Šajā žurnāla numurā
pievēršam uzmanību kosmiskajiem
laikapstākļiem un to ietekmei uz Zemi.
Ietekmes galvenais "dirģents" ir aktīvās
parādības uz Saules. Mākslinieka
zīmējumā redzams no Saules izsviestais
daļiņu mākonis un Zemes magnetosfēra.
Saules aktivitātes novērojumos
iesaistīsies arī Eiropas Kosmosa
aģentūras zonde *Vigil* (attēla kreisajā
pusē). ESA/A. Baker, CC BY-SA 3.0 IGO

Uz 4. vāka: Arizonas meteorīta
krāteris (attēlā skatā no augšas) ir labi
saglabājies un liecina par 50 tūkstošus
gadu seno kosmisko triecienu. Par
krāteri un meteorītiem tā apkaimē
vairāk lasiet šajā žurnāla numurā. NASA
Earth Observatory

SATURS

AKTUĀLI

Jaunumi īsumā. *Artis Aberfelds, Jānis Kaminskis,
Ivars Šmelde, Ilgonis Vilks* 2

VISUMA IZPĒTE

Šķiet, ka uztverts gravitācijas viļņu fons
Artūrs Vrublevskis 6

Piena Ceļš neitrīno "gaismā"
Džims Medsens, tulkojis Ilgonis Vilks 10

OLIMPISKAIS IZAICINĀJUMS

Fizika. Vilciens. *Sagatavojusi Inese Dudareva* 13

LATVIJAS ZINĀTNIKI

Jauns asteroīds – Artjuhs. *Ilgmārs Eglītis* 14

TAS IR FAKTS

Saules aptumsums maksā dzīvību. *Vents Zvaigzne* 18

ZINĀTNES SLEJA

Vai Dievs bija matemātiķis? *Mārcis Auziņš* 20

JAUNA GRĀMATA

Satelītattēls ir vairāk nekā tikai "bildīte"
Ilgonis Vilks 25

INTERESANTI

Ģeomagnētisko vētru ietekme uz cilvēku
Anna Gintere 26

Ārpuszemes grunts imitācija. *Raitis Misa* 30

AMATIERU ASTRONOMIJA

Praktiski padomi, kā "nomedīt" ziemeļblāzmu
Toms Bokums 34

METEORĪTI TUVPĻĀNĀ

Velna kanjona meteorīts. *Gunta Vilka* 36

FOTOSTĀSTS

Ziemeļblāzma Liepājā. *Toms Bokums* 40

ASTRONOMIJA SKOLĀ

Latvijas 51. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde
Māris Krastiņš 42

ATSKATS VĒSTURĒ

Satelītu lāzerlokācija Rīgā. *Ilgonis Vilks* 44
Zvaigžņu puisēns. *Ilgonis Vilks* 53

ASTROVIETA

**Čomsongdē – iespējams, pasaulē senākā
saglabājusies observatorija.** *Dainis Draviņš* 58

DEBESS APSKATS

Debess spīdekļi 2023. gada rudenī. *Juris Kauliņš* 60

Jaunumi īsumā

ESA CC BY-SA 4.0

ARTIS ABERFELDS, JĀNIS KAMINSKIS,
IVARS ŠMELDS, ILGONIS VILKS

Rentgenstarojuma pulsārs mākslinieka skatījumā

IESPĒJAMS, KA ATRASTA "DĪVAINĀ ZVAIGZNE"

Skorpiona zvaigznājā atrodas pārnovas miglājs HESS J1731-347 un tā centrā – rentgenstarojuma pulsārs XMMU J173203.3-344518. Kopš 2022. gadā tika precizēts

attālums līdz pulsāram, tas ir piesaistījis pastiprinātu astronomu uzmanību. Jaunais attāluma novērtējums lika pārskatīt objekta fizikālos raksturlielumus. Pulsāra masa ir 0,77 Saules masas, diametrs – 21 kilometrs,

kas atbilst Rīgas izmēriem. Pulsāri ir ātri rotējošas neitronu zvaigznes. Bet vai šis objekts ir neitronu zvaigzne? Teorētiski neitronu zvaigžņu masa nevar būt mazāka par Saules masu. Vismazākās zināmās neitronu zvaigznes

masa ir 1,17 Saules masas. Brazīlijas astrofiziķu grupa Horhes Horvata (*Horvath*) vadībā savā 2023. gada publikācijā aplūko ideju, ka objekts pārņomas miglāja centrā varētu būt divainā zvaigzne, kas sastāv galvenokārt no divainajiem kvarkiem.

Ir vairāku veidu kvarki. Augšējie un apakšējie kvarki

veido mums pierastos protonus un neitronus. Pietiekami lielā spiedienā apakšējie kvarki var pārvērsties par augšējiem kvarkiem, kas savukārt var pārtapt par divainajiem kvarkiem. Daži modeļi liecina, ka īpašos apstākļos divainie kvarki rodas jau pārņomas kodola kolapsa sākumā. Salīdzinot savus rezultātus ar

divainās vielas stāvokļa vienādojumiem un divaino kvarku rašanās modeļiem, Brazīlijas pētnieki secināja, ka XMMU J173203.3-344518 ir visas hipotētiskās divainās zvaigznes pazīmes. Nav gan izslēgts, ka tas tomēr ir "normāls", kaut arī neparasts astrofizikāls objekts. Nepieciešami turpmāki pētījumi. 🦋

LATVIJĀ PĒTA KOSMISKO MĀZERU STRUKTŪRU

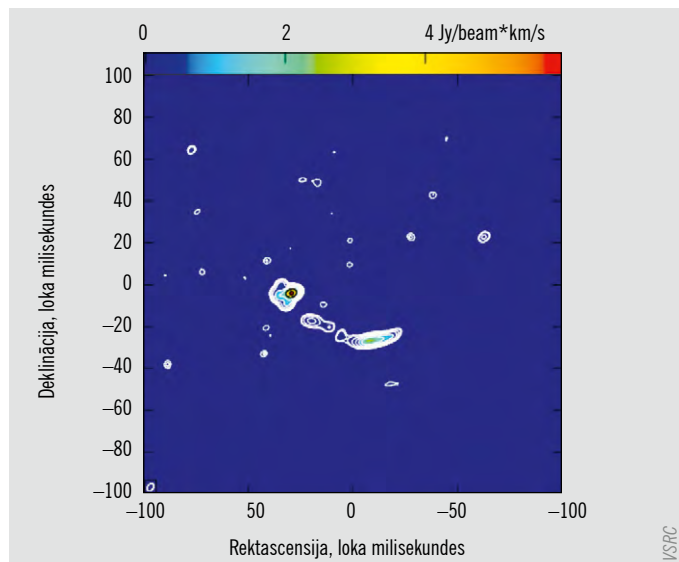
Ventspils Augstskolas Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra (VSRC) pētnieku grupa sadarbībā ar kolēģiem no Nikolaja Kopernika Universitātes Polijā un Itālijas Nacionālā astrofizikas institūta nesen pabeigusi trīs 6,7 GHz metanola māzeru avotu struktūras pētījumus. Šādi avoti pastāv tikai jaunu zvaigžņu veidošanās apgabalos. Ja jaunu, nesen tapušu masīvu O spektra klases zvaigzni aptver vēl neizklīdis apvalks, tajā var rasties māzera starojums. Māzers darbojas līdzīgi kā lāzers, tikai mikroviļņu diapazonā. Metanola māzeru starojumu rada metanola (metilspirta) molekulas, un šo avotu pētniecība var dot daudz ziņu par masīvu zvaigžņu veidošanās procesiem.

Trīs pētāmos māzerus izvēlējās, analizējot šā tipa māzeru mainīguma datus, kas iegūti VSRC māzera avotu monitoringa programmā, kurā kopš 2017. gada reģistrē 42 māzeru mainīgumu ar mērķi saprast, vai

mainīguma cēlonis ir starojuma avota struktūras maiņa vai māzera starojumu ierosinošā ("pumpējošā") infrasarkanā starojuma mainīgums.

Ar Eiropas Ļoti garas bāzes radiointerferometru ieguva trīs atlasīto avotu radioattēlus ar loka milisekundes izšķirtspēju. Salīdzinājumam var minēt, ka ar šādu izšķirtspēju futbola spēles laikā

no tribīnēm varētu saskatīt atsevišķus futbolista matu. Tuvākais avots atrodas 1,6 kiloparseku attālumā mūsu Galaktikas Perseja spirālzarā. Otrs avots meklējams 4,5 kiloparsekus no Zemes Gulbja spirālzarā. Tālākais avots ar attālumu 5,85 kiloparseki izvietojies Galaktikas ārējā spirālzarā, un tā attēlā redzamas 13 astronomiskās



Šis Ventspils Starptautiskajā radioastronomijas centrā pētītais metanola māzers atrodas 5,85 kiloparseku attālumā Galaktikas ārējā spirālzarā. Koordinātas dotas attiecībā pret attēla centru

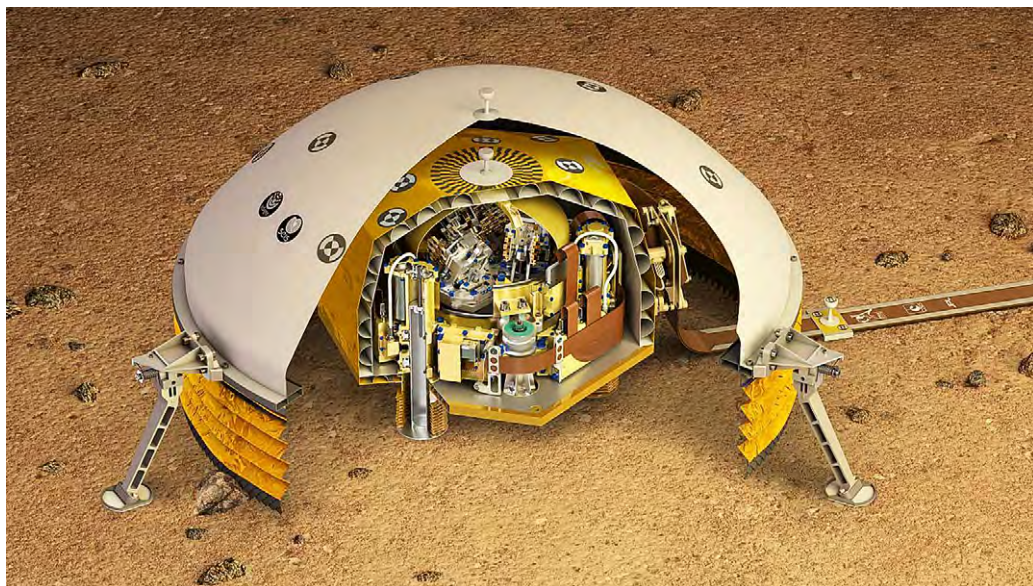
vienības lielas detaļas, kas ir ļoti labi.

Izmantojot pieejamos un arī pētījuma gaitā iegūtos datus, pētnieki secināja, ka šo māzera avotu struktūra ir pārsteidzoši stabila pat 15 gadu ilgā periodā. Tajā pašā laikā šo avotu monitoringa dati liecina pat par simtkārtīgām māzera

starojuma plūsmas izmaiņām, kas norāda, ka māzera starojumu ierosinošā infrasarkanā starojuma intensitāte būtiski mainās. Viena avota attēlā redzamo atsevišķo māzera mezglu radiālā ātruma gradienti uzrāda uz varbūtēju Galaktikas spirālzarām līdzīgu struktūru protozvaigznes

diskā. Lai to apstiprinātu, būs jāveic papildu pētījumi, jāanalizē jauni attēli un jānosaka māzera mezglu īpaškostība, kā arī būtu vēlams noteikt magnētiskā lauka virzienu māzera mezglos.

Pētījuma rezultāti publicēti žurnālā *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 🦋



InSight seismometrs šķērsgriezumā

MARSTRĪCES IR REGULĀRAS

NASA planētu izpētes zonde *InSight* nolaidās uz Marsa 2018. gada 26. novembrī un darbojās līdz 2022. gada 15. decembrim, kad ar to pārtrūka sakari, jo uz saules bateriju paneļiem nosēdusies putekļi samazināja bateriju elektrisko jaudu līdz 15 vatiem salīdzinājumā ar 4600 vatiem misijas sākumā. Viens no zondes instrumentiem bija seismogrāfs, kura masa bija 30 kilogrami.

Mērījumus sāka 71. Marsa dienā no aparāta nolaišanās un turpināja līdz 1439. Marsa dienai, mērot svārstības frekvenču diapazonā no 0,05 līdz 4 herciem. Tika reģistrēts Marsa seismiskais troksnis un negaidīti arī Marsa vēju radītās spiediena izmaiņas.

Novērojumu laikā spēcīgākā marstrīce ar numuru S1222b notika 2022. gada 4. maijā. Tās stiprums bija 4,7 balles. Lai gan tā norisinājās vairāk nekā

2000 kilometru attālumā, *InSight* reģistrētie viļņi bija tik lieli, ka gandrīz piesātināja seismometra sensorus. Arī 2021. gada 24. decembrī seismometrs fiksēja spēcīgu seismisku notikumu. To izraisīja meteorīta ietriekšanās Marsa virsmā, ko apstiprināja jaunizveidotā 150 metru lielā krātera novērojumi ar satelītu.

Marstrīces notiek regulāri, un novērojumu laikā tika fiksēti vairāk nekā 1300 gadījumi. Pēc seismiskās

aktivitātes rakstura un izpaušmēm Marsu var ierindot starp Zemi un Mēnesi. *InSight* seismometra datu apstrādē vēl turpinās, un taps jaunās publikācijas. Pētījumu mērķis ir noteikt Marsa iekšējo struktūru, lai labāk saprastu tā veidošanos un evolūciju.

Pagaidām iegūti šādi dati – Marsa garozas biezums novērojumu rajonā 20–35 kilometri, seismisko viļņu izplatīšanās ātrums mantijā 7,8 kilometri

sekundē. Marsa kodols patiešām ir šķidr, tā rādiuss ir aptuveni 1830 ± 40 kilometri, temperatūra apmēram 1900–2000 Kelvina grādu. Marsa kodols ir neparasti liels, tas veido vairāk nekā pusi Marsa rādiusa (3390 kilometri). Domājams, ka Marsa kodolā līdztekus dzelzs un niķeļa sakausējumam un apmēram 15% sēra ir arī vieglāki elementi, piemēram, skābeklis un ūdeņradis.

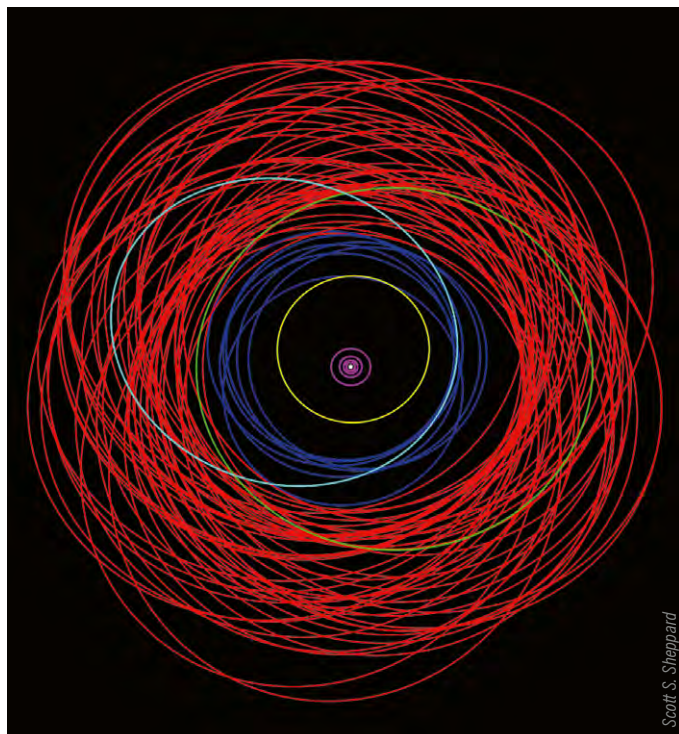
Marsa kodolu pārklāj akmeņaina mantija, kurai, šķiet, nav termiski izolējošā slāņa, kas būtu analogisks Zemes apakšējai mantijai. Domājams, ka Marsa mantija ir cieta aptuveni līdz 500 kilometru dziļumam, kur sākas daļēji izkususi astenosfēra. Zem astenosfēras seismisko viļņu ātrums atkal sāk pieaugt, un aptuveni 1050 kilometru dziļumā atrodas pārejas zonas robeža, kas stiepjas līdz kodolam. 🦋

JUPITERA PAVADOŅU SKAITS TUVOJAS SIMTAM

2023. gada februārī un martā astronomi paziņoja, ka ar teleskopiem Havaju salās un Čilē atklājuši 15 jaunus Jupitera pavadoņus, līdz ar to Saules sistēmas lielākās planētas zināmo pavadoņu skaits palielinājies līdz 95 pavadoņiem. Jaunatklātie pavadoņi ir nelieli, to diametrs ir 1–3 kilometri. Ne visi iegūs nosaukumus, tikai tie, kas ir lielāki apmēram par 1,5 kilometriem. Šie pavadoņi varētu būt šķembas, kas radušās, saduroties lielākiem pavadoņiem, vai tad, kad lielā pavadoņi ietriecas kāds asteroīds. Cerams, ka par to izcelsmi varēs vairāk pavēstīt jaunās Jupitera izpētes zondes. Eiropas Kosmosa aģentūras zonde *JU*piter *IC*y moons *E*xplorer (JUICE) jau lido uz Jupiteru, NASA zonde *E*uropa *C*lipper dosies ceļā 2024. gada oktobrī. Jupiteram ir četri lieli pavadoņi – Jo, Eiropa, Ganimēds un Kallisto, bet 79 pavadoņu diametrs ir

mazāks par 10 kilometriem, un tie atrodas tālu no planētas. Jupiteram ir daudz pavadoņu, taču rekords Saules

sistēmā pieder Saturnam, kam atklāti 146 pavadoņi. Urānam zināmi 27, Neptūnam – 14 pavadoņi. 🦋



Jupitera pavadoņu orbītas. Vidū atrodas četri Galileja pavadoņi. Mazie pavadoņi riņķo lielākoties tālu no planētas

Scott S. Sheppard

Šķiet, ka uztverts gravitācijas viļņu fons

GRAVITĀCIJAS VIĻŅUS TEORĒTISKI RADA DAŽĀDI KOSMISKIE NOTIKUMI, KURIEM KOPUMĀ JĀVEIDO "FONA DŪKOŅA". VAIRĀKAS ZINĀTNIEKU GRUPAS ZIŅO, KA TĀM PULSĀRU NOVĒROJUMOS IZDEVIES IEGŪT NOPIETNUS "DŪKOŅAS" PAZĪMJU PIERĀDĪJUMUS.

No ikdienas pieredzes zinām, ka elektromagnētiskie viļņi var būt dažāda viļņa garuma, piemēram, metros mērāmie radio viļņi un nanometru simtos mērāmie redzamās gaismas viļņi. Šos dažādos starojumus rada atšķirīgi procesi, un arī uztveršanai ir jāizmanto atšķirīgas iekārtas. Līdzīgi ir arī ar gravitācijas viļņiem.

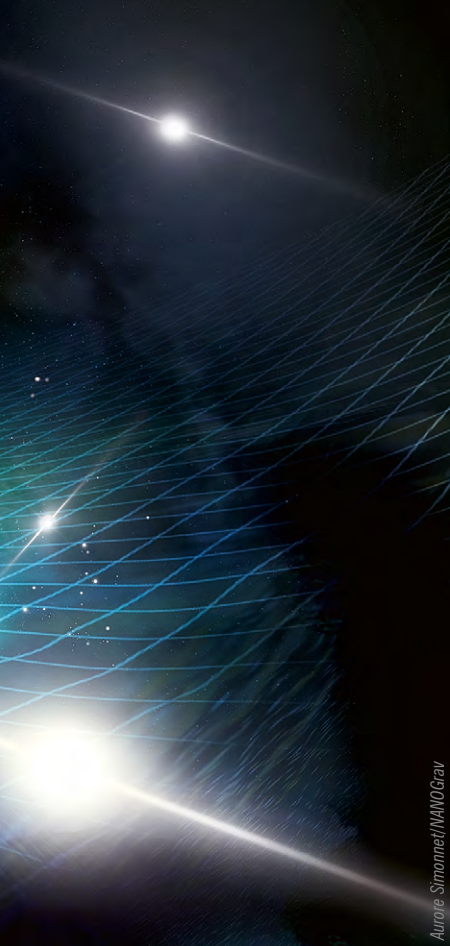
GRAVITĀCIJAS VIĻŅI

Gravitācijas viļņus pirmo reizi tiešā veidā kopīgi

uztvēra 2015. gadā divas uz Zemes bāzētās gravitācijas viļņu observatorijas LIGO. Kopš tā laika gravitācijas viļņu novērojumu skaits ir pieaudzis līdz 90 gadījumiem. Uz Zemes bāzētās observatorijas gan var novērot tikai viļņus ar periodiem, kas mērāmi milisekundēs, un tādos izstaro saplūstoši melnie caurumi vai neitronu zvaigznes, kuru masa ir desmiti Saules masu.

Kā jau plašāk rakstīja Ilgonis Vilks *Zvaigžņotās*

Debess 2022. gada rudens numurā, tad arī galaktiku centros teorētiski esošie supermasīvie melnie caurumi, galaktikām saplūstot un melnajiem caurumiem savstarpēji riņķojot, izstarotu gravitācijas viļņus. Šādu melno caurumu masas ir mērāmas miljonos Saules masu, bet savstarpējās apriņķošanas dēļ izstaroto gravitācijas viļņu periodi ir pat desmitiem gadu. Uz Zemes bāzētās gravitācijas



Aurore Simomet/MANO Grav

Ja telpā starp Zemi un pulsāru izplatītos gravitācijas vilnis, tad tas telpu periodiski izstieptu un saspiebtu, kas ietekmētu arī no pulsāra pienākošo signālu periodu. Realitātē gan šādas izmaiņas novērot ir ļoti sarežģīti. Papildus pašu pulsāruniecīgajam un tomēr pastāvošajam perioda mainīgumam novērotā perioda izmaiņas rada gan observatorijai apkārt esošie radio trokšņi, gan reālas izmaiņas starpplanētu un starpzvaigžņu vidē, kur nav absolūts vakuums, bet retināta plazma, kas ietekmē starojuma izplatīšanos. Un, tā kā vidi šķērsojošā gravitācijas viļņa periods ir desmiti gadu, tad arī novērojumi jāveic gadiem ilgi, lai izšķirtu gravitācijas viļņa atstāto iespaidu. Tāpat jāņem arī vērā,

ka vienlaikus vidē var izplatīties gravitācijas viļņi no daudziem avotiem, kas savstarpēji pārklājas, veidojot gravitācijas viļņu fona “dūkoņu”.

Lai tiktu galā ar šiem sarežģījumiem, zinātnieki pēc iespējas ilgi novēro vairākus pulsārus atšķirīgos debess apgabalos, izmantojot vairākas observatorijas, tādējādi veidojot pulsāru laika signālu novērojumu tīklu (*Pulsar Timing Array*). 2023. gadā četras neatkarīgas zinātnieku grupas no pieciem tīkliem ziņoja, ka pulsāru novērojumos ir guvušas nopietnus gravitācijas viļņu fona pazīmju pierādījumus.

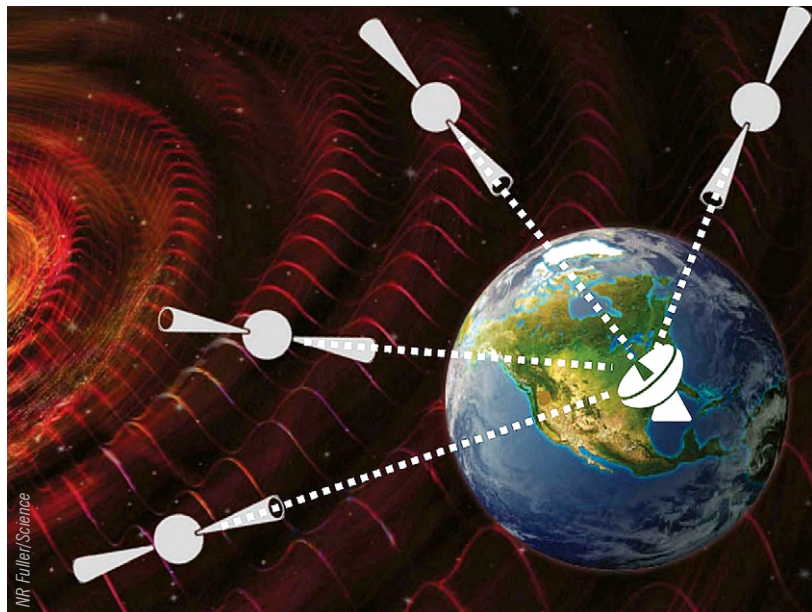
“DŪKOŅAS” PAZĪMES NOVĒROJUMOS

Līdzšinējie novērojumi neļauj pulsāru signālu izmaiņās izšķirt atsevišķus gravitācijas

viļņu observatorijas tādus nevar uztvert, bet to var izdarīt, novērojot pulsārus.

PULSĀRU LAIKA SIGNĀLU NOVĒROJUMU TĪKLI

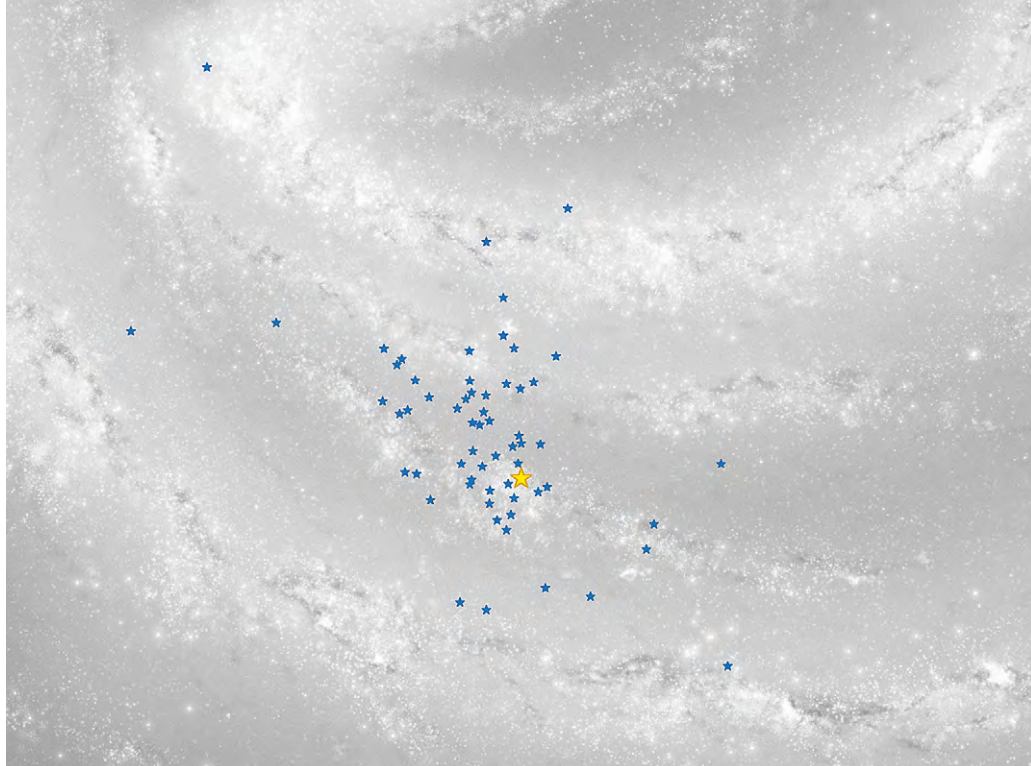
Pulsāri ir neitronu zvaigznes, kas nepārtraukti izstaro radio starojuma kūļus no magnētiskajiem poliēm, bet starojums Zemi sasniedz periodiski, tikai tajos brīžos, kad pulsāru rotācijas dēļ kūļi ir pavērsti Zemes virzienā. Novēroto pulsāru periods ir mērāms milisekundēs. Svarīgi, ka šo pulsāru periods ir gandrīz nemainīgs, un to precizitāte ir pielīdzināma atom-pulksteņu precizitātei.



NR Fuller/Science

Uz Zemes uztverot pulsāru signālus no dažādiem virzieniem, zinātnieki tajos meklēja gravitācijas viļņu radītās izmaiņas





Ross Jennings/NANOGrav

NANOGrav komandas novēroto pulsāru (zili punkti) atrašanās vietas Piena Ceļa galaktikas zaros (fona attēls) attiecībā pret Zemi (dzeltens punkts)

viļņus no konkrētiem avotiem. Bet par to, ka signālu izmaiņas nav dažādu cēloņu radīti nejauši trokšņi, liecina, pirmkārt, tas, ka signālu svārstību spektrā intensitāte nav vienāda visās frekvencēs, bet ir lielāka zemākās frekvencēs. Tātad zemās frekvencēs ir kāds papildu svārstību avots, kas arī ir sagaidāms no gravitācijas viļņiem.

Otrkārt, zinātnieki pirmo reizi ziņo par pietiekami pārlicinoši novērotu sakarību starp izmaiņām pulsāru signālos un attālumu starp tiem pie debessjuma. Sagaidāms, ka viens no otra leņķiski attālu pulsāru novērojumi būtu lielākoties nesaistīti, jo tos ar mazu varbūtību ietekmētu viens un tas pats gravitācijas viļņu avots, un novirzes no

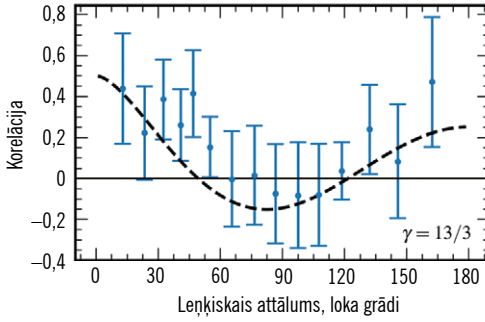
ierastā ritma, visticamāk, būtu nejaušas. Savukārt pie debessjuma tuvāk izvietotiem pulsāriem ir lielāka iespējamība, ka signālu izmaiņas sakrīt.

Ziemeļamerikas Nanohercu gravitācijas viļņu observatorijas komanda (*North American Nanohertz Observatory for Gravitational Waves, NANOGrav*) ar vairāk nekā 99% pārliecību apgalvo, ka 15 gadus veiktajos 67 pulsāru novērojumos ir redzamas gravitācijas viļņu pazīmes. Gan šī, gan pārējās pulsāru laika signālu novērojumu tīklu zinātnieku grupas atbilstoši zinātnes standartiem vēlas gūt vēl lielāku pārliecību, pirms savus rezultātus sauc par “atklājumu”, bet pagaidām ziņo tikai par “pazīmēm” (angļu – *evidence*). Tomēr tas,

ka šādas pazīmes novēro vairākas neatkarīgas zinātnieku grupas, kas izmanto atšķirīgus instrumentus, vēl vairāk vieš pārliecību, ka rezultāti nav kļūdaini. Četras zinātnieku grupas plāno apvienot savus novērojumu datus, un iespējams, ka tas ļaus nonākt līdz pārliecībai, kas atbilst atklājumam, bet varbūt vēl būs nepieciešami vairākus gadus ilgi novērojumi.

GRAVITĀCIJAS VIĻŅU AVOTI

Par to, ka novērojumi atbilst gravitācijas viļņiem, ir vērā ņemama pārliecība, turpretī viļņu avots gan nav viennozīmīgi skaidrs. Zinātnieku motivācija, veicot novērojumus, ir ne tikai uztvert šos viļņus, bet arī izmantot tos, lai iegūtu jaunas



NANOGrav komandas novērotā korelācija starp pulsāru novirzēm atkarībā no leņķiskā attāluma starp pulsāriem uz debesjuma (zili punkti). Ar raustītu līniju parādīta teorētiski sagaidāmā sakarība

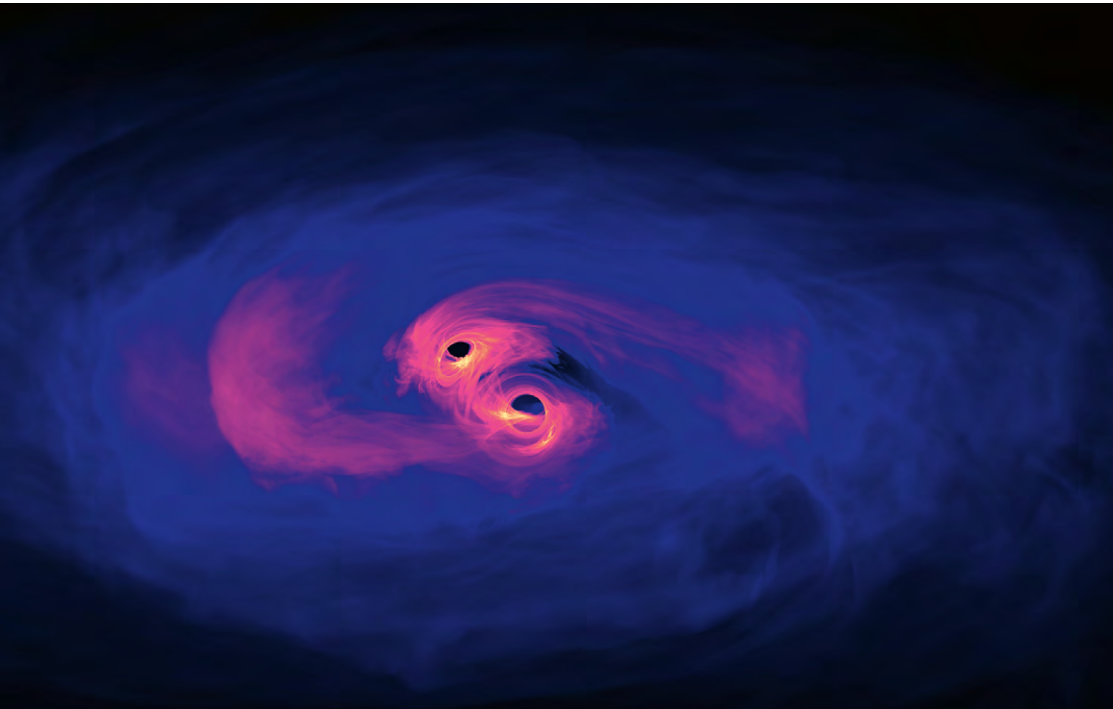
zināšanas par kosmiskajiem objektiem un notikumiem.

Visticamākais avots ir minētie supermasīvie melnie caurumi, tomēr tā jau ir zinātniska interpretācija. Pirmkārt, tā apliecinātu, ka galaktiku saplūšanas dēļ melnie caurumi pietiekami ātrā laikā, ne visa Visuma mūža garumā, tuvojas

līdz attālumam, kas noved pie attiecīgas frekvences gravitācijas viļņu izstarošanas. Šāda tuvošanās nav pašsaprotama, jo teorētiski divi ķermeņi var riņķot viens ap otru ļoti ilgi, līdzīgi kā planētas ap Sauli, ja vien kaut kas ķermeņus pamazām nebremzē. Ja tomēr supermasīvie melnie caurumi

kosmiskos laika mērogos tuvojas pietiekami strauji, tad var sniegt liecības par starpzvaigžņu vidi šajās galaktikās, jo, izstarojot gravitācijas viļņus vien, enerģija nezūd tik ātri. Otrkārt, novērotais fona signāls ir stiprāks, nekā teorētiski paredzēts, tas nozīmē, ka supermasīvo melno caurumu pāri ir izplatītāki vai smagāki vai saplūst biežāk, nekā tika gaidīts, un tas jau var papildināt mūsu zināšanas par galaktiku attīstību. Citi iespējamie viļņu avoti ir eksotiskāki. Var būt, ka novērotie gravitācijas viļņi radās drīz pēc Lielā Sprādziena inflācijas ērā vai tos rada kosmiskās stīgas vai tumšās matērijas svārstības. Katrā ziņā šis ir tikai sākums, kā pielietot gravitācijas viļņus, lai vairāk uzzinātu par Visumu un tā attīstību. ✍

Divi saplūstoši supermasīvie melnie caurumi redzamajā gaismā. Simulācijas rezultāts



Piena Ceļš neitrīno “gaismā”

ICECUBE NEITRĪNO DETEKTORS ANTARKTĪDĀ REĢISTRĒJIS
PIRMOS AUGSTAS ENERĢIJAS NEITRĪNO, KAS EMITĒTI MŪSU
PAŠU PIENA CEĻA GALAKTIKĀ.

NSF/icecube

Zinātnieki ir aptuveni noteikuši mūsu Galaktikas apgabalus, no kuriem nāk neitrīno

Dienvidpola *IceCube* neitrīno observatorija – lielākais un dīvainākais teleskops pasaulē – ir atklājis pirmo neitrīno emisiju no Piena Ceļa, un tas ir sasniegums, kas ietekmēs astronomu skatījumu uz mūsu Galaktiku. Neitrīno ir sīkas, elektriski neitrālas daļiņas, kas nepamanīti šķērso lielāko daļu vielas. Tie rodas ekstrēmā vidē, piemēram, tādā, kas ieskauj masīvus melnos caurumus, un netraucēti, taisnā ceļā ceļo cauri telpai un matērijai.

Tā kā melnie caurumi un sprāgstošās zvaigznes atrodas pārāk tālu, lai tos apmeklētu, un ir pārāk ekstrēmi, lai tos reproducētu laboratorijā, zinātnieki to pētīšanā paļaujas

uz kosmiskajiem vēstnešiem, piemēram, uz zvaigžņu radzamo gaismu. Neitrīno ir cita veida kosmiskie vēstneši, taču tie ir pārāk mazi, lai tos varētu saskatīt ar acīm vai lielāko daļu teleskopu.

Tāpēc vajadzīgs *IceCube*. Antarktīdā izvietotā observatorija sastāv no miljarda tonnu ledus, kurā ievietots ledū iesaldētu sensoru tīkls. Kad neitrīno iet cauri

ledum, retumis tie rada gaismas zibsnus. Zinot sensoru izvietojumu, pētnieki var noteikt zibsnus radījušo neitrīno enerģiju un virzienu. Pētnieki izmanto šīs ziņas, lai mēģinātu noskaidrot, no kurās Visuma vietas tie ir nākuši. Kā Viskonsinas *IceCube* daļiņu astrofizikas centra pagaidu direktors es nodrošināšu, ka mums ir nepieciešamie cilvēki un resursi,

KAD NEITRĪNO IET CAURI LEDUM, TIE RADA GAISMAS ZIBŠŅUS, PĒC KURIEM PĒTNIEKI NOSAKA NEITRĪNO ENERĢIJU UN VIRZIENU.

lai palīdzētu pētniekiem gūt panākumus *IceCube* observatorijas izmantošanā.

NEITRĪNO REĢISTRĒŠANA, IZMANTOJOT LEDU

Neitrīno mijiedarbības radīto gaismas zibšņu identifikēšana ar *IceCube* sensoriem ir izaicinājums. *IceCube* katru sekundi reģistrē aptuveni 2600 notikumu, taču lielāko daļu no tiem rada lielas enerģijas daļiņas, ko sauc par kosmiskajiem stariem. Saskaroties ar Zemes atmosfēru, kosmiskie stari veido pastāvīgu neitrīno "lietusgāzi". Tikai daži simti no simtiem tūkstošu neitrīno, kurus novēro katru gadu, nāk no Galaktikas vai avotiem ārpus Galaktikas, nevis no kosmiskajiem stariem. Atrast neitrīno no kosmosa, nevis no kosmiskajiem stariem ir tas pats, kas mēģināt saskatīt vāju iezīmi portretā, ko klāj daudzi krāsas slāņi – jums ir jābūt uzmanīgam, lai nenonemtu to, ko mēģināt atklāt.

Pārsteidzoši, ka divi pirmie neitrīno avoti, ko *IceCube* pētnieki bija identificējuši iepriekš, atradās ārpus Piena Ceļa. Viens bija ļoti spilgts objekts, ko sauc par blazāru. Šie neitrīno nāca tālu ceļu, bet to enerģija bija lielāka nekā jebkuriem Piena Ceļa neitrīno avotiem. Lai atrastu vājākos Piena Ceļa neitrīno, bija jāliek lietā gudrība. To paveica *IceCube* līdzstrādnieki Dreksela Universitātē un Dortmundes Universitātē. Viņu darbs par *IceCube* pirmo Piena Ceļa neitrīno

TIKAI DAŽI SIMTI NO SIMTIEM TŪKSTOŠU NEITRĪNO NĀK NO MŪSU GALAKTIKAS, NEVIS NO KOSMISKAJEM STARIEM.

noteikšanu publicēts žurnālā *Science* 2023. gada 29. jūnijā.

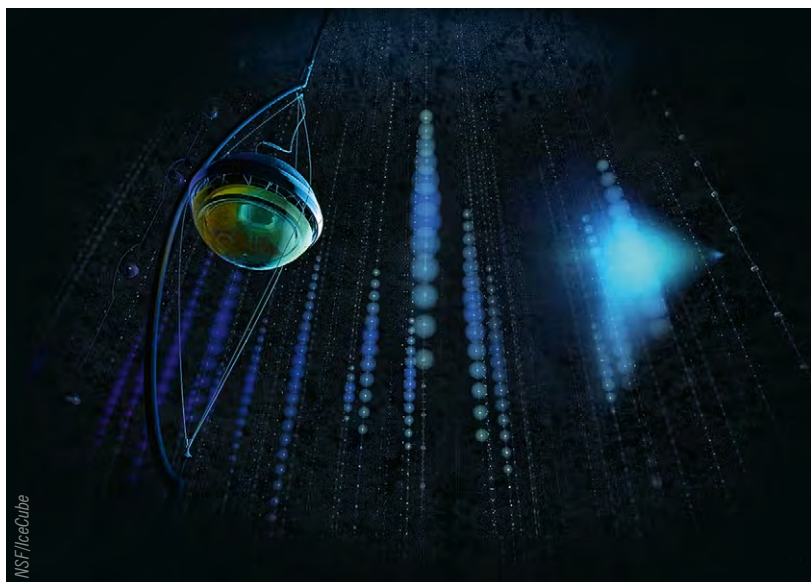
Zinātnieki izmanto noteiktus paņēmienus, lai atfiltrētu kosmiskos neitrīno no kosmisko staru neitrīno un citiem kosmisko staru trokšņiem. Daļiņas var sašķirot pēc enerģijas, jo lielākas enerģijas neitrīno, visticamāk, nākuši no kosmosa. Pētnieki var arī meklēt neitrīno sakopojumus, jo neitrīno, kas radušies ārpus mūsu Galaktikas, parasti kosmosā ceļo vienkop. Visbeidzot pētnieki var meklēt neitrīno no īslaicīgiem astrofizikāliem notikumiem, piemēram, norisēm melno

caurumu apkārtnē, kuras jau ir atklājuši citi teleskopu.

2013. gadā *IceCube* publicēja pirmos pierādījumus par astrofizikālas izcelsmes neitrīno, kas identificēti, pamatojoties uz to enerģiju. Tomēr tie bija tikai atsevišķi, izolēti neitrīno, tāpēc pētnieki nevarēja precīzi pateikt, no kurienes tie nāk.

MEKLĒJOT NEITRĪNO AVOTU

Lai gan zinātnieki ir noskaidrojuši, ka nesen atklātie neitrīno nāk no mūsu pašu Galaktikas, viņiem vēl nav pietiekami skaidras Piena Ceļa kartes, lai noteiktu



Ledū iestrādātie sensori ļauj pētniekiem atklāt neitrīno



© IceCube/67, 01 BY-SA 4.0

IceCube observatorija Antarktīdā, virszemes daļa

konkrēto vietu, kur tie radušies. Nākamais solis ir analīzes uzlabošana, lai precizētu neitrīno emisijas apgabalu. Ir vairāki veidi, kā uzlabot avotu noteikšanu. Jo ilgāk zinātnieki veic novērojumus un jo vairāk datu viņi savāc, jo lielāka iespēja, ka viņi precīzi lokalizēs neitrīno avotu. Taču, lai uzlabotu rezultātus desmitkārt, ir nepieciešams 100 reižu vairāk datu. Tāpēc gudrība dod labākus rezultātus nekā pacietība.

Lūk, daži veidi, kā būt gudrākam. Pirmām kārtām pētnieki var uzlabot notikumu atlasī, izvēloties, kuriem kosmiskajiem notikumiem pievērst uzmanību, lai izlasē būtu vairāk potenciālo neitrīno kandidātu. Viņi var arī labāk rekonstruēt neitrīno trajektoriju. Tas ir gluži, kā atkārtoti apmeklēt muzeju ar jaunām brillēm, lai skaidrāk redzētu. Visbeidzot viņi var mēģināt atrast veidu, kā samazināt

”
JO ILGĀK ZINĀTNIEKI VEIC NOVĒROJUMUS,
JO PRECĪZĀKUS DATUS VIŅI IEGŪST. TAČU
GUDRĪBA DOD LABĀKUS REZULTĀTUS NEKĀ
PACIETĪBA.

fona ietekmi, piemēram, meklējot apgabalu, kur portretu klāj mazāk krāsas slāņu.

Lai redzētu vājos Piena Ceļa neitrīno, bija jāizmanto visi šie triki. Mūsu komanda atrada veidus, kā palielināt izlasi, un mēs izmantojām mašīnmācīšanos, lai uzlabotu notikumu rekonstrukciju. Tas pietiekami samazināja fonu, lai izsekotu neitrīno trajektorijas atpakaļvirzienā līdz pat Piena Ceļam.

Lielākajā daļā gadījumu, kad pētām kosmisko objektu izstaroto gaismu, mūsu Galaktikas tuvākie objekti spīd spilgtāk. Taču neitrīno gadījumā tā nav, galaktika

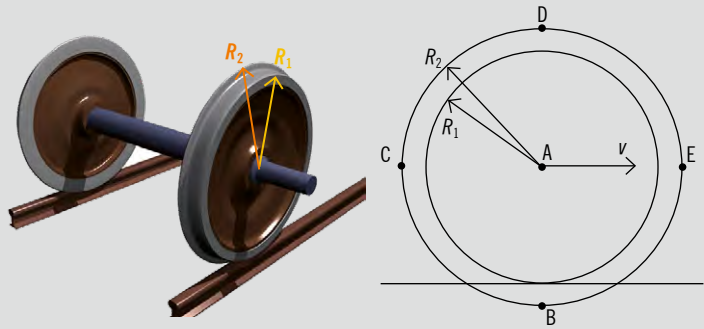
NGC 1068, kas atrodas desmitiem miljonu gaismas gadu attālumā, izstaro vairāk augstas enerģijas neitrīno nekā Piena Ceļa galaktika. Tas norāda, ka ne visas galaktikas spēj vienādi saražot lielas enerģijas daļiņas. Mums ir jāatrod un jāizpēta vairāk galaktiku, kas izstaro neitrīno, lai izprastu mūsu pašu Galaktikas kosmiskās dīvainības.

IceCube plāno paplašināt detektoru tīklu, padarot to apmēram astoņas reizes lielāku. Kad uzlabojumi nākamajā desmitgadē tiks pabeigti, zinātnieki varēs turpināt neitrīno meklēšanu, izmantojot daudz jutīgāku tehnoloģiju. 🦋

Fizika. Vilciens

Šo uzdevumu vidusskolēni risināja fizikas olimpiādē 2023. gadā. Uzdevuma autors – Jānis Hūns.

Vilciena ritenis sastāv no divām komponentēm – rata ar rādiusu $R_1 = 50,0$ cm un gredzena ar rādiusu $R_2 = 55,0$ cm, kas nepārtraukti atrodas saskarē ar sliedi, palīdzot noturēt vilcienu uz sliedēm (skatīt foto). Šo gredzenu sauc arī par bandāžu. Zīmējumā attēlots riteņa skats no sāniem.



1. Vilciens brauc ar ātrumu $v = 72$ km/h.
 - A Aprēķini riteņu leņķisko ātrumu.
 - B Cik liels ir riteņa zemākā punkta (B) ātrums sliežu atskaites sistēmā?
 - C Aprēķini riteņa zemākā punkta (B) paātrinājumu.
2. Pieņemsim, ka kādā momentā vilciens brauc ar ātrumu $v = 72$ km/h un sāk bremsēt ar konstantu paātrinājumu $a = 1,25$ m/s². Tas ir tipisks vilciena bremsēšanas paātrinājums.
 - A Kuram riteņa punktam (A, B, C, D, E) piemīt lielākais paātrinājums kustībā (skatīt zīmējumu)?
 - B Pēc cik ilga laika vilciens apstāsies?
 - C Cik tālu tas aizbrauks, pirms būs apstājies?
3. Vilciens sastāv no 100 vagoniem un kopā sver $M_v = 4,25 \times 10^6$ kg. Ja vilciens pēkšņi sāk bremsēt, maksimālais berzes spēks starp tā riteņiem un sliedēm ir $B = 0,52 F_g$, kur F_g ir vilciena smaguma spēks. Berzes koeficients $\mu = 0,52$.
 - A Aprēķini lielāko iespējamo berzes spēku, kas var iedarboties uz vilcienu. Brīvās krišanas paātrinājums ir $g = 9,81$ m/s².
 - B Cik liels ir maksimālais iespējamais vilciena bremsēšanas paātrinājums?
 - C Vilciens brauc ar ātrumu 72 km/h. Bremsēšanas laikā puse no vilciena vagona kinētiskās enerģijas kļūst par siltumu bremžu klučos, otra puse – riteņos. Katram vagonam ir 8 riteņi. Aprēķini dzelzs bremžu kluču temperatūru, kad vilciens ir apstājies, ja sākotnēji tā bija 20 °C. Dzelzs īpatnējā siltumietilpība ir $c = 449$ J/(K·kg), un viena bremžu kluča masa ir $m = 20$ kg.
 - D Vilciens brauc pa horizontālu līkumu, kura rādiuss ir 100 m. Aprēķini lielāko ātrumu, ar kuru vilciens varētu braukt pa šo līkumu, neizslīdot uz ārpusi.

Jauns asteroīds – Artjuhs

VĒL VIENS ASTEROĪDS IEGUVIS AR LATVIJU SAISTĪTU NOSAUKUMU. TAS NODĒVĒTS PAR GODU ASTRONOMU SADARBĪBAS PARTNERIM ELEKTRONIKAS SPECIĀLISTAM JURIJAM ARTJUHAM.

Asteroīdu Nr. 598895 Artjuhs, kura pagaidu apzīmējums bija 2009 HW19, 2009. gada 16. aprīlī Baldones astrofizikas observatorijā atklāja Latvijas Universitātes Astronomijas institūta vadošais pētnieks Ilgmārs Eglītis. Asteroīda koordinātu mērījumus veica Viļņas Universitātes Teorētiskās fizikas un astronomijas institūta vadošais

pētnieks ilgstošais sadarbības partneris Kazimirs Černis. Nesen asteroīda pozīciju mērījumu apjoms un precizitāte kļuva pietiekami, lai aptuveni vienu kilometru lielo Saules sistēmas galvenās asteroīdu joslas mazo objektu numurētu un pēc atklājēja priekšlikuma dotu tam vārdu, kuru 2023. gada 24. jūlijā apstiprināja Starptautiskā Astronomijas savienība.

PRECĪZIE LAIKA MĒRĪTĀJI

Viens no svarīgiem parametriem astronomiskajos novērojumos ir laiks. Ļoti vienkāršs mērījums, ja runājam par minūtēm un sekundēm. Taču, ja vajadzīgā precizitāte ir nanosekunde vai pikosekunde, laika mērīšana kļūst par sarežģītu problēmu, jo ierastie pulksteņi vairs neder. Elektronikas un datorzinātņu institūta pētnieku grupa elektronika Jurija Artjuha vadībā darbojās ātru signālu apstrādes sistēmu izstrādē un ieviešanā jau kopš 1970. gada. Risinot augstas precizitātes laika skaitīšanas problēmas, 1990. gadā viņi izstrādāja pirmo notikumu taimeris – ierīci, kas nodrošināja ienākošo notikumu epochu reģistrāciju un bija pilnīgi jauns tehnoloģisks risinājums laika intervāla mērīšanā. Šāds notikumu taimeris (*Event Timer*) bija nepieciešams satelītu lāzerlokācijas stacijām.

Uz digitālo signālu balstītā pieeja, kas izstrādāta



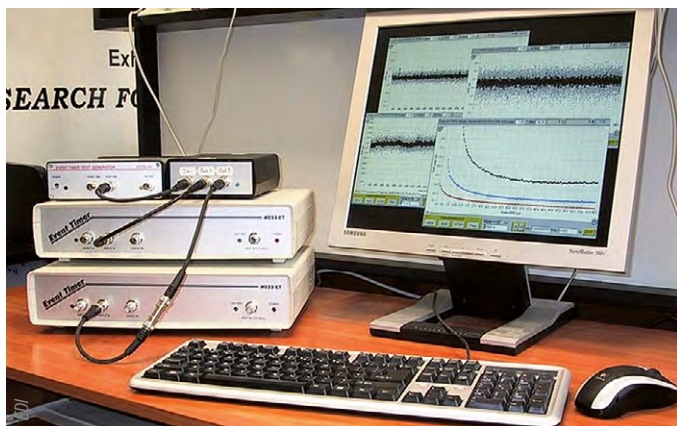
Juris Artjuhs (gaišā džemperī kreisajā pusē) kopā ar institūta kolēģiem 2010. gadā



JURIJA ARTJUHA
VADĪBĀ
ELEKTRONIKAS UN
DATORZINĀTŅU
INSTITŪTA
SPECIĀLISTI SĀKA
VEIDOT ĻOTI
PRECĪZUS LAIKA
MĒRĪTĀJUS –
NOTIKUMU
TAIMERUS. JAUNĀKO
MODELI TAGAD
LIETO VAIRĀK NEKĀ
PUSE PASAULES
LĀZERLOKĀCIJAS
STACIJU.

Jurija Artjuha vadībā, nodrošināja ne tikai izcilu notikumu taimera veiktspēju, bet arī ļāva samazināt aparatūras izmaksas, jo spēja aizstāt vairākus elektroniskos blokus. Pievilcīgā cenas un veiktspējas attiecība šo instrumentu padarīja konkurētspējīgu salīdzinājumā ar citiem instrumentiem, kas ir līdzīgi pēc funkcionalitātes un kvalitātes.

Pēdējais un vismodernākais notikumu taimera modelis A033-ET virszemes lietojumos nodrošina submilimetru precizitāti, savukārt kosmosā – milimetru precizitāti attāluma mērījumiem līdz vairākiem tūkstošiem kilometru un ar mērījumu biežumu



Notikumu taimeris A033-ET

līdz pat 20 miljoniem notikumu sekundē. Notikumu taimeris ļauj veikt notikumu virknes mērījumus ar precizitāti līdz pikosekundai. Jaunākās paaudzes notikumu taimeri pašlaik testē Latvijas Universitātes Astronomijas institūta satelītu lāzerlokācijas stacijā *Rīga*. Taimeri A033-ET, kas izgatavots vairāk nekā 50 eksemplāros, tagad lieto vairāk nekā puse pasaules lāzerlokācijas staciju.

Eiropas Kosmosa aģentūra ir atzinīgi novērtējusi rīdzinieku izstrādājumu un ierosinājusi to pielietot vairākās kosmiskajās misijās. Šobrīd ir plānots uzstādīt notikumu taimeri uz kosmiskā aparāta *Hera*, kurš dosies lidojumā uz dubulto asteroīda sistēmu Didimu un Dimorfu. Kosmiskā aparāta starts plānots 2024. gada oktobrī, asteroīdu sistēmu paredzēts sasniegt 2026. gada decembrī.



Kosmiskais aparāts *Hera* tuvojas asteroīdam. Mākslinieka zīmējums



JURIJA ARTJUHA DZĪVESSTĀSTS

Jurijs Artjuhs dzimis 1943. gada 19. aprīlī Viņņicā, Ukrainā. 1965. gadā viņš absolvēja Rīgas Politehniskā institūta (tagad – Rīgas Tehniskā universitāte) Automātikas un skaitļošanas tehnikas fakultāti. Tūlīt pēc augstskolas Jurijs Artjuhs sāka strādāt Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Elektronikas un skaitļošanas tehnikas institūtā par inženieri, tad par jaunāko un vecāko zinātnisko līdzstrādnieku, pēc tam par laboratorijas vadītāju. Šeit viņš nostrādāja gandrīz 50 gadus, līdz pat

pēdējām mūža dienām (miris 2012. gada 31. oktobrī).

1972. gadā Jurijs Artjuhs aizstāvēja tehnisko zinātņu kandidāta disertāciju un 1990. gadā – tehnisko zinātņu doktora disertāciju. Viņa vadībā, viņam pašam tieši piedaloties, radītas dažādas unikālas ierīces – notikumu taimeris, kurus izmanto ne tikai astrofizikā, bet arī medicīnā un ģeofizikā. To vidū ir daudzkanālu spektrometrs UMP-40 (1975) astronomijas vajadzībām, lāzera signālu mērīšanas sistēma aerodinamikas vajadzībām LDIS (1980), mērīšanas sistēma PICAP

(1985) un notikumu taimeris A911 (1990) lāzerlokācijai.

Jurijs Artjuhs ir vairāk nekā 200 zinātnisko publikāciju, tai skaitā divu monogrāfiju, autors un apmēram 50 izgudrojumu patentu autors. Viņš ir Latvijas PSR Valsts prēmijas laureāts (par ātrdarbīgu automatizēto sistēmu izstrādi, 1980), Eiropas prēmijas laureāts informātikā (1997), Latvijas Zinātņu akadēmijas un akciju sabiedrības *Latvijas gaisa satiksme* kopīgās prēmijas laureāts par darbu kompleksu, Latvijā radot laika mērīšanas sistēmas Zemes mākslīgo pavadoņu lāzerlokācijai (2005). ✍

Lasītāj, sazinies ar *Zvaigžņotās Debess* veidotājiem!

Tev ir kaut kas sakāms par šajā numurā vai iepriekš publicētu rakstu? Vēlies mums kaut ko ieteikt vai sadarboties? Dod mums ziņu, aizpildot tiešsaistes anketu!

Lai piekļūtu anketai, tīmekļa pārlūkā ieraksti saiti:
tinyurl.com/zvd-aptauja.

Zvaigžņotās Debess
izdoto numuru digitālā
bibliotēka atrodama žurnāla
mājaslapā – www.lu.lv/zvd

Godātais lasītāj!

Žurnāla veidotāji turpina tradīciju – tiešsaistes sarunu neilgi pēc numura iznākšanas. Autori iepazīstina ar saviem rakstiem, bet lasītāji var izvaicāt autorus un sniegt savus iespaidus par rakstiem, kurus jau ir sanācis izlasīt.

2023. gada rudens numuram veltītais pasākums
Atveram Zvaigžņoto Debesi notiek

20. septembrī plkst. 18.00.

Lai pieslēgtos, tīmekļa pārlūkā izmanto saiti:
google.com/gpp-wxzo-uex

Nenokavē!

Ja neizdevās pievienoties sarunai, ierakstu var noskatīties *Zvaigžņotās Debess* YouTube kanālā.

13. lappusē publicēto uzdevumu ATRISINĀJUMI

1. daļa

- A** Vilciena ātrums $v = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$. Riteņa leņķiskais ātrums $\omega = \frac{v}{R_1} = \frac{20}{0,500} = 40 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$.
- B** Jebkurā momentā ritenis rotē ap riteņa saskares punktu ar sliedi ar leņķisko ātrumu ω . Bandāžas zemākā daļa atrodas $R_2 - R_1 = 5,0 \text{ cm}$ zem saskares punkta, un tās ātrums ir $v = \omega(R_2 - R_1) = 40 \cdot (0,55 - 0,50) = 2,0 \text{ m/s}$ pretēji vilciena kustības ātrumam.
- C** Paātrinājums ir nemainīgs jebkurā inerciālā atskaites sistēmā. Visērtāk izvēlēties vilciena atskaites sistēmu, kur ritenis rotē uz vietas ar leņķisko ātrumu ω . Tātad ārējās malas paātrinājums ir tās centrīces paātrinājums $a_c = \omega^2 R_2 = 40^2 \cdot 0,550 = 880 \text{ m/s}^2$.

2. daļa

- A** Sliežu (inerciālā) atskaites sistēmā tagad papildus centrīces paātrinājumam, kas vērsts uz riteņa centru, darbojas arī bremsēšanas radītais paātrinājums, kas vērsts pretēji vilciena kustības virzienam. Paātrinājums ir vislielākais tur, kur centrīces paātrinājums ir vērsts vienā virzienā ar bremsēšanas paātrinājumu, jeb punktā **E**. Visos punktos, kas neatrodas uz bandāžas ārmas, paātrinājums ir mazāks.
- B** Laiks, lai nobremzētu $t = \frac{v}{a} = \frac{20}{1,25} = 16 \text{ s}$.
- C** Pa to laiku vilciens veic tikpat garu ceļu, kā paātrinoties ar to pašu paātrinājumu no miera stāvokļa $s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 16^2 = 160 \text{ m}$.

3. daļa

- A** Vilciena smaguma spēks ir $F_g = M_v g = 4,25 \cdot 10^6 \cdot 9,81 = 41,7 \text{ MN}$.
Maksimālais berzes spēks ir $B = \mu F_g = 0,52 \cdot 41,7 = 21,68 \text{ MN}$.
- B** Maksimālo bremsēšanas paātrinājumu rada maksimālais berzes spēks B , tātad maksimālais paātrinājums ir $a = \frac{B}{M_v} = \frac{\mu M_v g}{M_v} = \mu g = 0,52 \cdot 9,81 = 5,1 \text{ m/s}^2$.
- C** Viena vagona masa $M = \frac{M_v}{N} = \frac{4,25 \cdot 10^6}{100} = 4,25 \cdot 10^4 \text{ kg}$.
Viena vagona kinētiskā enerģija $E_k = \frac{Mv^2}{2} = \frac{4,25 \cdot 10^4 \cdot 20^2}{2} = 8,5 \cdot 10^6 \text{ J}$.
Astoņiem bremžu klučiem jeb $8m = 160 \text{ kg}$ dzelzs tiek pievadīts siltuma daudzums $Q = E_k/2$ jeb puse no vagona kinētiskās enerģijas: $Q = cm_k \Delta T$.

Temperatūras izmaiņa

$$\Delta T = \frac{Q}{cm_k} = \frac{E_k}{2cm_k} = \frac{8,5 \cdot 10^6}{2 \cdot 449 \cdot 8 \cdot 20} = 59 \text{ K} = 59 \text{ }^\circ\text{C}. T_b = T_s + \Delta T = 20 + 59 = 79 \text{ }^\circ\text{C}.$$

- D** Vilciena centrīces paātrinājums likumā $a_c = \frac{v^2}{R}$. Maksimālais berzes radītais paātrinājums ir $a_b = \mu g$ (skatīt 3B). Vilciens varētu izslīdēt, ja $\frac{v^2}{R} > \mu g$ vai ja tas brauc ātrāk par $v = \sqrt{\mu g R} = \sqrt{0,52 \cdot 9,81 \cdot 100} = 22,6 \text{ m/s}$.



Bijūnēnjas attēls

Saules aptumsums maksā dzīvību

Pēc ķīniešu mitoloģiskajiem priekšstatiem, aptumsuma laikā Sauli cenšas aprīt pūķis. Tēra izšuvums, 19. gadsimts, Metropoles mākslas muzejs, Ņujorka

MŪSDIENĀS ASTRONOMS SAVAS PROFESIONĀLĀS DARBĪBAS DĒĻ
RETI VAR KĻŪT PAR NACIONĀLO VARONI VAI – GLUŽI OTRĀDI –
NOZIEDZNIĒKU, KAS PELNĪJIS NĀVI. SENAJĀ PASAULĒ BIJA GAN VIENA,
GAN OTRA IESPĒJA.

Debešis novērojamas parādības vēl arvien rosina mūsu zinātkāri, bet daudzas no tām vairs nešķiet tik biedējošas, cik seno

laiku cilvēkiem. Katastrofu filmās ik pa laikam apspēlētais sižets par asteroīda vai lielākas komētas izraisītu globālu kataklizmu gan var vairot neuzticību debess

ķermeņiem, tomēr šāda notikuma varbūtība lielākoties ir pavisam niecīga. Tāpēc reālajā dzīvē astronomu iespējas kļūt par cilvēces glābējiem nav sevišķi lielas.

Senajās civilizācijās tas bija citādi. Negaidītas parādības pie debesīm, īpaši Saules un Mēness aptumsumi, spēja satraukt lielu ļaužu skaitu, izraisīt nemierus un pat sacelšanās, tāpēc māka vismaz dažas no tām paredzēt jau iepriekš tika uzskatīta par ļoti svarīgu. Gan seno tautu leģendās, gan vēstures avotos vairākkārt aprakstīti arī gadījumi, kad astronomiskās parādības noteikušas karu iznākumu – un tas vēl jo vairāk palielinājis astronomu nozīmi un atbildību.

SODS PAR NOLAIDĪBU

Viens no agrīnākajiem piemēriem minēts seno ķīniešu tekstu kopojumā *Šudzjin (Dokumentu kanons)*, kas tapis līdz 6. gadsimtam pirms mūsu ēras. Tajā vēstīts par Saules aptumsumu pirms aptuveni 4000 gadiem, kas izraisījis sajukumu valstī. Divas atbildīgās amatpersonas, kuru pienākums bijis precīzi noteikt aptumsuma dienu, esot nodevušās dzīrošanai sev piešķirtajās pilsētās un nolaidīgi izturējušās pret saviem pienākumiem. Stāsts par notikušo ir šāds:

“Pēdējā rudens mēneša pirmajā dienā saule un mēness sastapās *Fang* bez harmonijas (t. i., šo spīdekļu ceļi krustojās). Aklie muzikanti sita savas bungas; zemākie virsnieki aizauļoja, un vienkāršie ļaudis aizbēga projām (no savām darba vietām). Turpretī Sji un He, it kā būtu miruši savu pienākumu veikšanas laikā, neko nedzirdēja un neko nezināja – tik muļķīgi viņi aizmaldījās no saviem pienākumiem debesu

parādību laikā un lēma sevi nāvei saskaņā ar senāko valdnieku likumiem. Jo valdības lēmums saka: “Ja viņi aizsteidzas priekšā laikam, tad bez žēlastības sodāmi ar nāvi; ja nokavē isto laiku, tad bez žēlastības sodāmi ar nāvi.””

Nolaidīgo “galma astronomu” vai – ticamāk – “astronomijas departamenta vadītāju” vārdu precīza izruna mūsdienās nav zināma, dažādos vēlākos pārstāstos viņi saukti gan par Hi un Ho, gan par He un Ho, gan vēl citādi. Arī precīzu aptumsuma laiku ir grūti aprēķināt – vairāki pētnieki sliekušies domāt, ka runa ir par gredzenveida Saules aptumsumu 2137. gadā pirms mūsu ēras, taču minēti arī citi iespējami datumi. Bet ir skaidrs, ka jau tolaik ķīniešu zinātne izpratusi Saules aptumsumu raksturu, proti, ka tie vērojami brīžos, kad no vērotāja skatpunkta Mēness disks aiziet priekšā Saulei.

Sarežģītāk noskaidrot, vai ķīniešiem jau tolaik bija zināms aptumsumu atkārtošanās periods – saross, pēc kura tad varēja vadīties arī ikdienas novērojumos. Iespējams, ka svarīgāk bija ik dienu veikt debess spīdekļu novērojumus, kas tad ļautu vismaz kādu laiku iepriekš paredzēt “ceļu krustošanos”. Varbūt abi neveiksmīgie astronomi nebija vienīgie, kam nācās samaksāt ar savu galvu par aptumsuma nokavēšanu. Tomēr nostāsts vēsta, ka pēc viņu sodīšanas neviens astronoms vairs neesot redzēts pildām savus darba pienākumus piedzēries.

APTUMSUMS PĀRTRAUC KARU

Pretējs gadījums, astronomam gūstot atzinību, kad viņa paredzējums maina politisko notikumu gaitu, aprakstīts Hērodota *Vēsturē*. Runa ir par tā saukto Talēta aptumsumu 585. gadā pirms mūsu ēras. Par to vēstīts šādi (Gustava Lukstiņa tulkojumā):

“Šai karā mēdieši vairākas reizes uzvarēja līdiešus un līdieši vairākas reizes mēdiešus. Pārsvaru nevarēja gūt ne viena, ne otra puse, bet sestajā kara gadā, ienaidniekiem sastopoties cīņā, dienas vidū piepeši iestājās nakts. Šo dienas pārvēršanos par nakti bija paredzējis un joniešiem par to pastāstījis Milētas Talēts (G. Lukstiņa tulkojumā – Tales). Viņš to bija paredzējis tajā gadā, kad aptumsums tiešām arī notika. Līdieši un mēdieši, redzēdami, ka dienas vidū iestājās nakts, beidza cīnīties, un tagad kā vieni, tā otri labprāt slēdza mieru.”

Kaut arī mēs nevaram zināt, cik precīzi joniešu dabas pētnieks un vairāku nozīmīgu atklājumu veicējs Talēts spēja paredzēt aptumsumus, ir skaidrs, ka viņam bija pareizs priekšstats par to rašanās apstākļiem. Talēta veikumu augstu novērtēja ne tikai bagātais Līdijas valdnieks Kroiss (Krēzs), tas vairoja arī dabaszinātņu prestižu tā laika ļaudīs un sekmēja zinātnes attīstību. Vēlāk Delfu orākuls pasludināja Milētas filozofu par vienu no septiņiem dižākajiem grieķu gudrajiem. 🍀



Rebatti-Dornig

Vai Dievs bija matemātiķis?

VAI VARAM IZTĒLOTIES, KO CILVĒKI DOMĀJA PAR PASAULI 16. GADSIMTA EIROPĀ?

Rīgā 16. gadsimta beigās notika kalendāra nemieri, jo 1584. gadā poļu karalis Stefans Batorijs, sekojot Pāvesta Gregora XIII rīkojumam, Rīgas rātei pieprasīja ieviest jauno kalendāru – Gregora kalendāru. Kalendāra maiņai bija tieša saistība ar kristīgās baznīcas praksi, kad tika aprēķināts, kurā svētdienā jāsvin Lielienes jeb Kristus augšāmcelšanās svētki. Katoļu baznīca Lielienes svin pirmajā svētdienā pēc tam, kad pirmo reizi ir bijis pilns mēness pēc astronomiskā pavasara iestāšanās.

Gregora kalendārs aizstāja mūsu ēras sākumā Jūlija Cēzara ieviesto Jūlija kalendāru, pēc kura gads bija

novērtēts par garu, radot kalendāra nobīdi par vairāk nekā 11 minūtēm gadā. 16. gadsimta sākumā šī neprecizitāte bija novedusi pie tā, ka kalendārs bija pārbīdījies par 10 dienām salīdzinājumā ar patieso gada garumu. Pāvests Gregors nolēma to labot, jo katoļu baznīcas kanons bija noteicis, ka astronomiskajam pavasarim vajadzētu iestāties 21. martā. Kalendārā noteiktajam gada garumam pārbīdoties pret patieso gada garumu, tā vairs nebija patiesība.

DABAS FILOZOFIJA

Zemes kustība ap Sauli, kas nosaka astronomiskā gada garumu, cilvēkus interesēja ne tikai praktisku apsvērumu dēļ, piemēram, domājot

par lauksaimniecību, bet arī reliģisku apsvērumu dēļ. Priekšstati par to, ko varam secināt par pasaules uzbūvi, skatoties Saules, Mēness, planētu un zvaigžņu kustībā debesis, ir viens no zinātnes vēstures aizraujošākajiem stāstiem. Šoreiz par vācieša Johanna Keplera vietu tajā.

Es ar nolūku nemēģinu Keplera nosaukt par astronomu, matemātiķi vai optiķi. Visās šajās jomās viņš ir devis nozīmīgu ieguldījumu, taču viņa laikā tās vēl īsti tā nesauc. Tā bija dabas filozofija, un viss. Lai to pamatotu, atliek atcerēties apmēram simt gadu pēc Keplera viņa darbu iedvesmotā Ņūtona traktāta nosaukumu – *Dabas filozofijas matemātiskie principi* jeb

teksta oriģinālajā latīņu valodā *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*.

Ko Keplers domāja par debess ķermeņu kustību? Viņa sajūtas par dabu precīzi raksturo tās pārmaiņas, kas sabiedrībā notika 16. gadsimta otrajā pusē. Sabiedrībā konkurēja divi veidi, kā skatīties uz pasauli – reliģijā

balstītais, kad augstākā autoritāte ir Dieva raksti, un racionālais, kas pasauli uztvēra kā dabas grāmatu. Pat vārdu salikums šeit ir zīmīgs – dabas grāmata. Kristiešus kādreiz mēdz saukt par grāmatas, tātad galvenās grāmatas – Bībeles – cilvēkiem. Zinātnes vēsturnieki vārdu salikumā “dabas grāmata”

nereti saskata tiešu paralēli ar Bībeli – dabas Bībeli.

VAI DIEVS BIJA MATEMĀTIĶIS?

Johannes Keplers, teoloģiju studējis jaunais cilvēks, par savu mērķi uzskatīja nevis atklāt likumsakarības, pēc kurām neatkarīgi ne no kā “darbojas” daba, bet gan uzminēt Dieva plānu. Keplers vēlējās ieraudzīt, kādu plānu, ja gribat, matemātisku plānu, Dievs ir izmantojis, radot pasauli. Protams, Keplers uzskatīja, ka vistīrākajā veidā šo plānu būs iespējams ieraudzīt Dievam piederīgajās debess sfērās – tajā, kā Dievs debesis ir salicis debess ķermeņus un kā tie pārvietojas pa debess jumu.

Skaists un visnotaļ ambiciozs uzdevums – atminēt Dieva uzdoto mīklu. Taču, lai to izdarītu, bija nepieciešamas precīzas zināšanas, kā debess ķermeņi pārvietojas. Bija vajadzīgi precīzi novērojumi, un tādi, pateicoties Tiho Brahes Prāgā un citur veiktajiem precīzajiem debess ķermeņu kustības novērojumiem, bija pieejami. Starp citu, Brahe kādā brīdī esot domājis savu observatoriju veidot Kurzemes hercogistē, uz Doles salas Daugavā. Taču dažādu iemeslu dēļ šiem plāniem nebija lemts piepildīties, un mēs nevaram lepoties ar to, ka šie Tiho Brahes slavenie debess ķermeņu kustības pētījumi būtu veikti Kurzemē. Tomēr arī Prāga nebija laimīga vieta Brahem.

Kā tiek apgalvots, kādās vakariņās pie karaļa esot ticis dzerts makten daudz alus,

JOHANNES KEPLERS PAR SAVU MĒRĶI UZSKATĪJA NEVIS ATKLĀT LIKUMSAKARĪBAS, PĒC KURĀM “DARBOJAS” DABA, BET GAN UZMINĒT DIEVA PLĀNU.



Johannes Keplers, nezināma mākslinieka zīmējums



Tiho Brahes portrets

bet galma etiķete neesot jāvusi nevienam pamest dzīru galdu pirms karaļa. Sekojot etiķetei, Tiho Brahe, lai arī tāda vajadzība esot bijusi liela, galdu pamest neesot uzdrošinājies un saslīmis ar urīnpūšļa iekaisumu, kā dēļ 11 dienas pēc šīm vakariņām nomira.

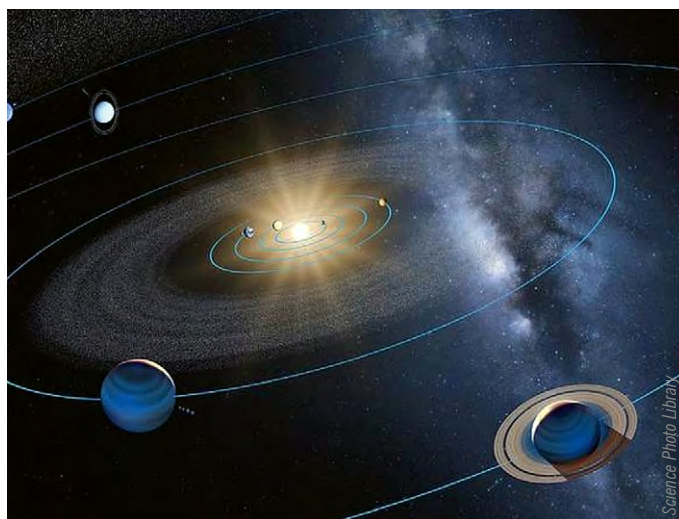
Bet atgriezīamies pie Keplera, kurš bija pārliecināts, ka viņš uzminējis Dieva plānu. Keplers droši pierādīja, ka planētas pārvietojas ap Sauli pa orbītām, ko matemātiski apraksta elipses. Viņš noskaidroja, kā planētu aprīņķošanas laiki ap Sauli saistās ar šo orbītu izmēriem. Tie ir Keplera likumi, kurus mēs joprojām mācāmies skolā. Vismaz tie, kam palaimējies, ka skolā māca astronomiju.

Tomēr bija arī otra Keplera galvenā traktāta *Astronomia Nova* daļa, ko tagad vairs īsti neuzskata par “labu zinātņi”.

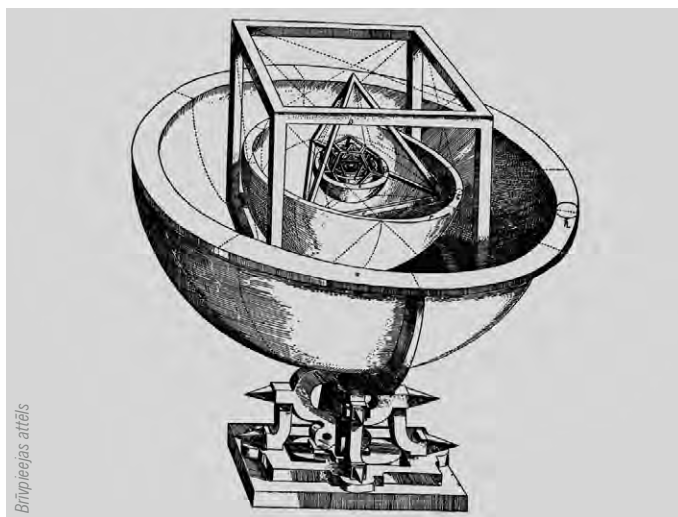
Keplers uzdeva sev jautājumu, vai ir iespējams saprast, tieši cik tālu no Saules Dievs ir novietojis Saules sistēmas planētas – pa cik tālām vai tuvām Saulei orbītām šīs planētas riņķo? Viņš uzskatīja, ka Dievs, radot cilvēku, ir iekārtojis tā, lai cilvēka prāts būtu ideāli piemērots Dieva gribas saprašānai, un tāpēc Dieva griba cilvēkam ir izzināma.

PA CEĻĀM NO DIEVA UZ DABAS LIKUMIEM

Keplera laikā bija zināmas sešas planētas – Merkurs, Venera, Zeme, Marss, Jupiters un Saturns. Keplers šo planētu aprīņķošanas attālumu ap Sauli saistīja ar piecām vēl pirms mūsu ēras Platona piedāvātajām ideālajām formām – tetraedru, ko veido četri trīsstūri, kubu, ko veido seši kvadrāti, tā turpinot līdz piektajai ideālajai formai – dodekaedram, ko veido 12 regulāri piecstūri.



Saules sistēmas planētu orbītas



Keplera Saules sistēmas modelis no grāmatas *Mysterium Cosmographicum*, 1596. gads. Sfēra, kas apņem kubu, atbilst tālākās planētas – Saturna – orbītai. Uz iekšpusi redzamas Jupitera, Marsa utt. sfēras

Platons vispār uzskatīja, ka pasaules pamatā ir ideālas idejas, tostarp ideālas formas, ko raksturo šie daudzstūri. Keplers savā traktātā *Mysterium Cosmographicum* uzskata, ja šīs Platona pirmās piecas ideālās formas, kas, protams, ir Dieva radītas, tāpēc arī ideālas, ievietojam vienu otrā, tad pēc šo formu izmēriem varam ieraudzīt planētu apriņķošanas attālumus.

Tāds, pēc Keplera domām, ir Dieva plāns, izvietojot

planētas orbītās ap Sauli. Šo Keplera traktāta daļu mūsdienīgu zinātne vairs neuzskata par pārliecinošu. Tomēr tā noteikti ir pieminēšanas vērtā, jo ļoti labi raksturo Keplera sajūtu par pasauli un no šīs sajūtas izrietošo Keplera mērķi – saprast Dieva plānu, radot pasauli. Vismaz tik tālu, cik Dievs ir vēlējies, lai mēs – cilvēki – to saprotam.

Domāju, ka šī stāsta daļa arī ideāli parāda to, kā 16. gadsimtā iezīmējās

Rietumu civilizācijas domāšanas veida maiņa no arhaiskā, kura pamatā ir Dieva griba, uz racionālo, kur visa pamatā ir noteikta materiālās pasaules kārtība – dabas likumi. Keplers bija pa vidu starp abiem šiem domāšanas veidiem un iemiesoja tos abus vienlaikus.

Starp citu, gan Keplera vēlmi analītiski skatīties uz pasauli, gan ikdienas realitāti, kurā Keplers dzīvoja, labi raksturo kāda viņa dzīves epizode. Keplera māte tika apsūdzēta un pasludināta par raganu, kas Keplera dzīves laikā gandrīz droši draudēja ar sadedzināšanu uz sārta.

Tad, lūk, Keplers savas mātes aizstāvībai tiesnešiem pieprasīja iedot viņam visas apsūdzības liecības rakstiskā veidā. Viņš šos tekstus ļoti analītiski un racionāli izpētīja, atrada tajos ļoti daudz pretrunu, un viņa māte uz sārta netika sadedzināta. Kā mēs visi saprotam, 16. gadsimtā šāda “raganas” attaisnošana nebija parasta.

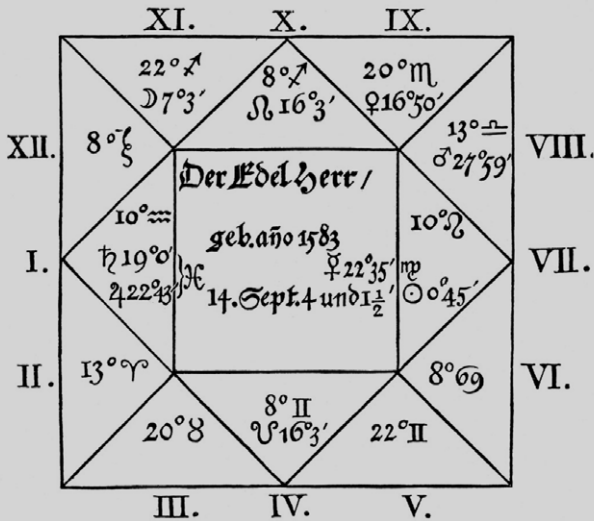
Domāju, ka Keplera pasaules sajūtu pārliecinoši raksturo vēl viens fakts. Viena no ļoti atalgotām Keplera nodarbēm bija horoskopu sastādīšana aristokrātiem un karaļiem. Līdz mūsdienām ir saglabājušies vairāki simti Keplera sastādītu horoskopu, tostarp horoskopus veidojis sev un saviem ģimenes locekļiem. Ir skaidrs, ka viņš tiem ticēja.

Šie horoskopu ir vērtīgs izpētes materiāls gan Keplera mantojuma pētniekiem, gan tiem, kuri vēlas izpētīt, ko

16. GADSIMTĀ IEZĪMĒJĀS RIETUMU CIVILIZĀCIJAS DOMĀŠANAS VEIDA MAIŅA NO ARHAISKĀ, KURA PAMATĀ IR DIEVA GRIBA, UZ RACIONĀLO, KUR VISA PAMATĀ IR NOTEIKTA MATERIĀLĀS PASAULES KĀRTĪBA – DABAS LIKUMI.

Horoscopium gestellet durch Ioannem Keplerum

I 6 0 8 .



Brīlpietis attēls

Johannesa Keplera sastādīts horoskops karavadonim Albrehtam Vallenšteinam

nozīmēja astroloģija 16. gad-simtā, kad zinātniski pama-tota astronomija vēl nebija līdz galam nošķīrusies no as-troloģijas, kuru mūsdienās neuzskata par kaut ko tādu, kas ir zinātniski pamatots.

PAKĀPTIES UZ MILŽU PLECIEM

Un nobeigumā vēl kas pār-domām. Johannesa Keplera laikabiedrs bija angļu dra-maturgs un aktieris Viljams Šekspīrs. Ja mēs šobrīd lasām

vai, vēl labāk, skatāmies teāt-rī jebkuru Šekspīra lugu, tad saprotam, ka arī mūsdienās nav daudz dramaturgu, kas cilvēka rakstura, rīcības mo-tīvu un kaislību izpratnē spēj pietuvoties tam, ko radījis Viljams Šekspīrs vairāk nekā pirms četriem simtiem gadu.

Mēs, protams, ne ma-zāk apbrīnojam Johannesa Keplera ģeniālo redzējumu par planētu kustību, tomēr vienmēr piebilstam, ka tas bija

tikai sākums. Bija jāpaiet vēl apmēram simts gadiem, lai Ņūtons būtu gatavs uzdot nā-kamo jautājumu – kādēļ pla-nētas kustas tieši tā, kā to ap-rakstījis Keplers? Kādi spēki darbojas starp debesu ķer-meņiem un nosaka šo kus-tību? Šo spēku saucam par Ņūtona gravitācijas spēku.

Pats Ņūtons esot teicis, ka viņš spējis redzēt tālāk par saviem priekštečiem tikai tā-pēc, ka viņam esot bijuši mil-žu pleci, uz kuriem pakāp-ties, lai pavirzītu horizontu tālāk. Ar to es gribu teikt, ka zinātnē katrs jauns solis nav iespējams bez iepriekšējā. Katrs jauns atklājums balstās uz iepriekšējā atklājuma un bez tā nebūtu iespējams.

Mākslā, šķiet, ir nedaudz citādi. Protams, izcili māks-linieki, radot savus šedev-rus, gan mācās, gan ietekmē-jas no saviem priekšgājējiem. Tomēr mākslinieki rada, no-sacīti sakot, blakus saviem priekštečiem un tikai daļē-ji pakāpjoties uz viņu ple-ciem. Zinātnē pakāpšanās uz priekšgājēju pleciem ir daudz tiešāka. Ņūtons bez Keplera nebūtu iespējams. Vai būtu iespējams Džordžs Bernards Šovs bez Šekspīra? Grūti teikt, varbūt tomēr būtu. Iespējams, citāds Šovs, tomēr unikāls un neatkārtojams Džordžs Bernards Šovs būtu arī tad, ja Viljams Šekspīrs nebūtu piedzimis. ✎

Raksts pirmo reizi publicēts Latvijas sabiedrisko mediju portālā LSM.lv



”
MĒS APBRĪNOJAM JOHANNESA KEPLERA ĢENIĀLO REDZĒJUMU PAR PLANĒTU KUSTĪBU, BET VIENMĒR PIEBILSTAM, KA TAS BIJA TIKAI SĀKUMS.

Satelītattēls ir vairāk nekā tikai “bildīte”



RTU apgāds

2023. GADĀ RĪGAS TEHNISKĀS UNIVERSITĀTES IZDEVNIECĪBĀ IZDOTA TRĪS AUTORU – JURĀ ŽĀGARA, LINDAS GULBES UN KĀRĻA ZĀLĪTES – GRĀMATA *SATELĪTATTĒLU INTERPRETĀCIJA* AR APAKŠVIRSRĀKSTU *LEKCIJAS TĀLIZPĒTĒ.*

Augstskolām domātā mācību grāmata tapusi, balstoties uz autoru vairāk nekā 10 gadus ilgo pieredzi, pasniedzot ar satelītattēlu apstrādi saistītus studiju kursus vairākās universitātēs. Ievadā autori raksta: “Satelītattēlu interpretācija (tālīzpēte) ir samērā jauna starpdisciplināra nozare, kas izmanto gan fizikas un datorzinātņu, gan astronomijas un ģeogrāfijas, gan signālu apstrādes un matemātiskās modelēšanas, gan citu pētniecības jomu sasniegumus.”

Atbilstoši veidota grāmatas struktūra, tajā ir 30 lekcijas,

kas sadalītas četrās daļās. Pirmajā daļā *Tālīzpētes fizikālie pamati* (1.–7. lekcija) detalizēti aprakstīts elektromagnētiskais starojums un tā mijiedarbība ar vidi un planētas virsmu. Otrajā daļā *Multispektrālās un mikroviļņu tehnoloģijas* (9.–15. lekcija) apskatītas lidaru un mikroviļņu tālīzpētes tehnoloģijas, tostarp sintezētās apertūras radari. Trešā daļa *Apstrādes un interpretācijas metodes* (16.–23. lekcija) veltīta signālu apstrādei, ieskatam satelītu orbītās, kartogrāfijas un fotogrammetrijas pamatiem. Ceturtajā daļā *Tālīzpētes*

lietojumi (24.–30. lekcija) apskatītas ģeogrāfiskās informācijas sistēmas un doti praktiski tālīzpētes lietojuma piemēri.

Raugoties nespeciālista acīm, galvenā atziņa pēc iepazīšanās ar grāmatu varētu būt šāda – ar speciālām ierīcēm veidots satelītattēls nav vienkārša “bildīte”. Tas satur sevī pārsteidzoši daudz noderīgas informācijas, un autori uzskatāmi un izsmeloši parāda, kā, apstrādājot attēlu, šai informācijai var piekļūt. Grāmata noderēs ne tikai studentiem, ar to būs interesanti iepazīties arī attiecīgās nozares pasniedzējiem un pētniekiem. 🍷



stoanthony, CC BY 4.0

Polārblāzma Islandē

Geomagnētisko vētru ietekme uz cilvēku

MĒS VISU LAIKU ATRODAMIES ZEMES MAGNĒTISKAJĀ LAUKĀ. NAV IZSLĒGTS, KA MŪSU ORGANISMS AR TO MIJEDARBOJAS UN SPĒJ UZTVERT IZMAIŅAS.

Polārblāzmas nenoliedzami ir viena no iespaidīgākajām un krāšņākajām debess parādībām, kas saistīta ar Saules aktivitāti. Mūsdienās polārblāzmu vērošana ir kļuvusi pieejamāka plašākam cilvēku lokam vairāku faktoru dēļ – gan tāpēc, ka kosmiskie aparāti veic nepārtrauktus Saules novērojumus, kas ļauj prognozēt tās aktivitātes ietekmi uz Zemes magnētisko lauku, gan tāpēc, ka ir kļuvusi pieejamāka kvalitatīva fototehnika.

Senatnē ziemeļu tautas, kuras kāvu dejas varēja vērot tikai ar neapbruņotu aci,

uzskatīja, ka šī krāšņā gaisma spēle ir dvēseļu ceļš uz aizkapa valstību un iespēja dzīvjiem sazināties ar mirušo gariem. Mūsdienās polārblāzmas fizikālais mehānisms ir salīdzinoši labi izpētīts, kā arī apzināta Saules vētru ietekme uz cilvēku radītajām tehnoloģijām kosmosā un uz Zemes. Tomēr joprojām ir salīdzinoši maz informācijas par geomagnētisko vētru ietekmi uz cilvēka organismu.

DZĪVE MAGNĒTISKĀ LAUKĀ “OKEĀNĀ”

Cilvēks kā viens no organismiem, kas apdzīvo Zemi

jau ilgāku laika periodu, nepārtraukti atrodas planētas magnētiskajā laukā. Varam droši teikt, ka šis aizsarglauks ir viens no faktoriem, kas nodrošina stabilu un ilgstošu dzīvības eksistenci uz šīs planētas. Ir zināms, ka baktērijas, kas apdzīvojušas šo planētu pirms trim miljardiem gadu, jau spējušas uztvert un izmantot magnētisko lauku. Mūsdienās daudzi dzīvnieki organismi spēj sajūst magnētisko lauku un izmaiņas tajā. Piemēram, plaši ir pētīti baloži, kuri izmanto magnētisko lauku, lai orientētos telpā. Vairākos pētījumos ir noskaidrots, ka šo orientēšanās



Balodis ģeomagnētiskās vētras laikā, humoristisks zīmējums

spēju ietekmē pat vājas ģeomagnētiskās vētras.

Lai arī cilvēks nespēj izmantot Zemes magnētisko lauku orientācijai telpā, fakts, ka mūsu suga ir attīstījies tā klātbūtnē, neizslēdz iespēju, ka organisms tomēr ar to mijiedarbojas un spēj uztvert izmaiņas. Pirms aptuveni simts gadiem heliobioloģijas pamatlicējs Aleksandrs Čiževskis izteica pieņēmumu, ka cilvēces aktivitātes būtiski ietekmē Saules aktivitātes cikls, saistot sabiedrības notikumus – revolūcijas, karus un nemierus, kā arī epidēmijas un pat lidmašīnu katastrofas ar aktivitātes



Brīvpieejās attēls

Heliobioloģijas pamatlicēja krievu zinātnieka Aleksandra Čiževska portrets uz monētas

RADUSIES SALĪDZINOŠI JAUNA ZINĀTNES NOZARE – HELIOBIOLOĢIJA. PĒDĒJĀS DESMITGADĒS DAUDZI ZINĀTNIEKI IR PIEVĒRSUŠIES PĒTĪJUMIEM PAR KOSMISKO LAIKAPSTĀKĻU IETEKMI UZ CILVĒKA ORGANISMU.

cikla maksimumu. Kaut arī ne visām Čiževska idejām mūsdienu zinātnieki piekrīt, jo šādas cēloņsakarības ir grūti izolējamas un cilvēks kā organisms ir sarežģīts izpētes objekts, tomēr vairākos mūsdienu pētījumos ir vērojama korelācija starp ģeomagnētisko aktivitāti un cilvēka nervu un sirds-asinsrites sistēmas darbību.

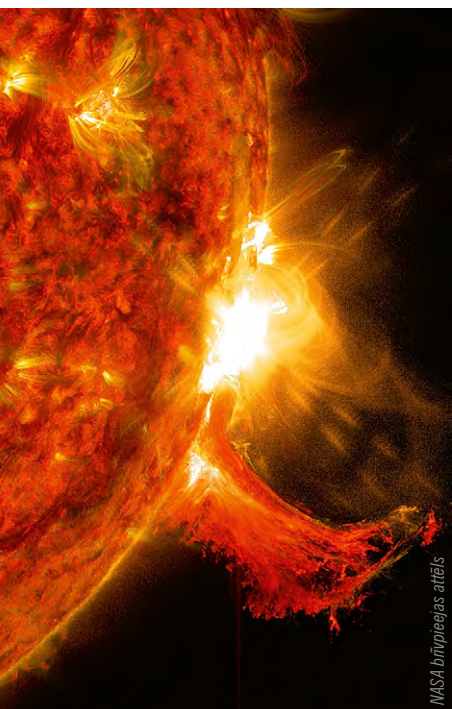
DAŽU PĒTĪJUMU REZULTĀTI

Cilvēka sirds-asinsrites sistēmu būtiski ietekmē dažādi vides faktori – apkārtējās vides temperatūra, mitrums, atmosfēras spiediens u. c. Zināšanas par to ietekmi noder, lai cilvēkus, it īpaši riska grupās esošos, laiķus brīdinātu par veselībai nelabvēlīgiem laikapstākļiem. Atsevišķās valstīs ģeomagnētisko aktivitāti pieskaita pie vides faktoriem, kas var ietekmēt cilvēka psihofizioloģisko stāvokli, veicinot konkrētu slimību uzliesmojumu.

Vienā no pētījumiem *Long-Term Study of Heart Rate Variability Responses to Changes in the Solar and Geomagnetic Environment* dalībniekiem – jauniem

cilvēkiem bez veselības problēmām – ilgākā laika periodā reģistrēja sirdsdarbības ritmu. Amerikāņu, arābu un lietuviešu autoru kolektīvs konstatēja sirdsdarbības ritma un veģetatīvās nervu sistēmas aktivitātes saistību ar ģeomagnētisko aktivitāti, kā arī saistību ar Saules vēju un kosmisko staru intensitāti.

Ģeomagnētiskā lauka intensitātes izmaiņu ietekmi uz sirdsdarbību mērīja arī kādā gruzīnu zinātnieku pētījumā *Effects of the geomagnetic field time-varying components compensation as evidenced by heart rate variability of healthy males*, kurā analizēja sirdsdarbības ritmu 25 fiziski veselīem pētījuma dalībniekiem dažādos Zemes magnētiskā lauka aktivitātes līmeņos – zemā intensitātē (K_p indekss 1–3), nedaudz paaugstinātā ($K_p=4$) un paaugstinātā, kad K_p indekss ir 5 vai lielāks. K_p 1–3 indeksa gadījumā nekādas izmaiņas sirdsdarbības ritmā nekonstatēja. Kad K_p bija 4, izmaiņas bija statistiski nenozīmīgas, augstāku K_p indeksa vērtību gadījumā izmaiņas bija jau būtiskākas. Šie rezultāti sašķan arī ar citiem pētījumiem,



NASA būvniecības attēls

Uzliesmojums uz Saules

kuros redzams, ka geomagnētiskās vētras ietekmē cilvēka nervu sistēmu, tostarp veģetatīvo, kas kontrolē arī sirds darbību un elpošanu. Veselam cilvēkam šī ietekme ir mazāka un visbiežāk grūti nodalāma no citiem faktoriem. Riska grupas pacientiem, piemēram, cilvēkiem ar paaugstinātu asinsspiedienu, geomagnētiskās vētras ir papildu stresa faktors, kas var veicināt slimības paasinājumu.

Amerikāņu pētnieki Karolīnas Zili Vjeiras (*Zilli Vieira*) vadībā apkopoja datus par nāves gadījumiem 263 ASV pilsētās, kas bija saistīti ar sirds-asinsrites sistēmas darbības traucējumiem. Pētījums *Geomagnetic disturbances driven by solar activity enhance*

total and cardiovascular mortality risk in 263 U.S. cities aptvēra 30 gadu ilgu periodu un meklēja korelāciju starp nāves gadījumiem un dažādiem vides faktoriem – temperatūru, mitrumu un piesārņojumu. Papildus analizēja saistību ar kosmisko laikapstākļu parametriem – K_p indeksu, A_p indeksu un aktīvo Saules plankumu skaitu. Kopumā pētījuma rezultāti norādīja uz iespējamo saistību starp nāves gadījumiem un geomagnētiskā lauka izmaiņām.

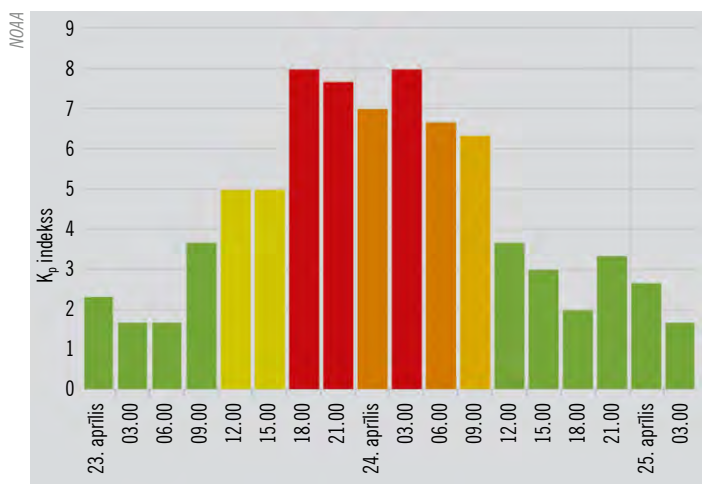
Pie līdzīgiem secinājumiem nonāca Lietuvas zinātnieki, kuri analizēja akūta miokarda infarkta un sirds išēmiskās sasilšanas izraisītu nāves gadījumu korelāciju ar geomagnētiskajām vētrām un citām Saules aktivitātes parādībām (Saules protonu plūsmas, uzliesmojumi, ātrais Saules vējš un koronālie izvirdumi). Pētījumā *Associations between Space Weather Events and the Incidence of Acute Myocardial Infarction and Deaths from Ischemic Heart Disease* aplūkoja nāves gadījumus Kauņā (Lietuva) laikposmā no 2000. līdz 2015. gadam, kas atbilst 23. Saules aktivitātes ciklam un daļēji iesniedzas

24. ciklā. Šajā periodā geomagnētiskās vētras reģistrēja 310 dienās jeb 5,3% no pētījumā aptvertā perioda. Vētras novēroja pārsvarā rudens periodā, visretāk – ziemā.

Lietuvas zinātnieku rezultāti liecina, ka augstāks miokarda infarkta un išēmiskās sirds slimības nāves gadījumu risks bija periodā no trim dienām pirms geomagnētiskās vētras līdz vienai dienai pēc tās. Izteiktāka korelācija bija vērojama pavasara-rudens periodā. Iespējams, ka šī sezonālā korelācija bija saistīta ar konkrētā Saules aktivitātes cikla īpatnībām, kad ziemas periodā geomagnētisko vētru bija mazāk nekā vasaras periodā.

Pētījuma rezultāti norāda, ka sievietēm vecumā virs 65 gadiem ir lielāks risks mirt no išēmiskās sirds slimības nekā citās vecuma un dzimuma grupās. Paši autori gan uzsver, ka iespējamās diagnostikas kļūdas, īpaši attiecībā uz gados vecākiem pacientiem, kuriem kā papildu faktori vai pat pamata diagnoze var būt citas patoloģijas, nevis akūts miokarda sindroms. Šajā pētījumā neņēma vērā arī citus faktoros,

”
VIENS NO LIELĀKAJIEM HELIOBIOLOĢIJAS IZAIČINĀJUMIEM IR IDENTIFICĒT MEHĀNISMU VAI TO KOPUMU, KĀ PROCESI UZ SAULES UN TO IZRAISĪTIE EFEKTI UZ ZEMES IETEKMĒ CILVĒKA ORGANISMU.



Zemes magnētiskā lauka K_p indekss 2023. gada 23. un 24. aprīlī

piemēram, fizisko kondīciju, kaitīgos ieradumus, iepriekšējās slimības, vides faktoros vai medikamentu lietošanu.

IESPĒJAMIE CĒĻŅI

Viens no potenciālajiem iedarbības mehānismiem ir saistīts ar magnētiskā un elektriskā lauka svārstībām, kuru frekvence ir tuva atsevišķu cilvēka iekšējo orgānu svārstībām. Daži zinātnieki uzskata, ka kosmisko laikapstākļu parādības izraisa ārējo lauku svārstību izmaiņas un tās rezonē ar cilvēka orgānu frekvencēm, ietekmējot to darbību. Izpēti būtiski apgrūtinā fakts, ka šo fizikālo lauku intensitāte un attiecīgi ietekme uz cilvēka organismu ir niecīga un praktiski nav reģistrējama.

Vēl viens iespējamais mehānisms ir saistīts ar melatonīna ražošanas izmaiņām ģeomagnētisko vētru dēļ. Melatonīns ir savienojums ar antioksidanta un

pretiekaisuma īpašībām. Tā ražošana organismā ir pakļauta cirkadiānajiem ritmiem, tāpēc ir novērojamas diennakts variācijas. Ja ģeomagnētiskās vētras spēj ietekmēt cilvēka veģetatīvo nervu sistēmu un šos diennakts ritmus, tad melatonīna veidošanās organismā varētu tikt traucēta, kas savukārt varētu sekmēt iekaisumu rašanos. Tā kā melatonīns ir savienojums, kas nodrošina veselīgu centrālās nervu sistēmas darbību, tā veidošanās ritma traucējumus britu zinātnieks Roberts Kejs (*Kay*) pētījumā *Association with Incidence of Depression as Measured by Hospital Admission* uzskatīja par iemeslu saistībai starp nervu sistēmas slimībām un kosmisko laikapstākļu parādībām.

NĀKOTNE PARĀDĪS

Lai arī kosmisko laikapstākļu saistība ar cilvēku psihofizioloģisko stāvokli nav ļoti populārs izpētes objekts,

pēdējās desmitgadēs heliobioloģija tomēr ir piesaistījusi zinātnieku interesi. Iespējams, ka, paplašinot pētījumu apjomu gan ģeogrāfiski, gan iekļaujot dažādas populācijas, izdosies noskaidrot, vai līdz šim novērotās saistības ir reālas un kas ir būtiskākais, kādi ir tās izraisītie mehānismi. Ja ģeomagnētiskās aktivitātes izmaiņas tiešām ir viens no faktoriem, kas noteiktiem cilvēkiem palielina slimību saasinājuma risku, tad nākotnē varētu sagaidīt pasākumus un tehnoloģijas, kas ļautu šo risku samazināt.

Vai šiem pētījumiem vajadzētu izraisīt bailes no ziemeļblāzmām, kas ir ģeomagnētiskās vētras "aisberga redzamā daļa"? Noteikti nē! Pat ja korelācija starp ģeomagnētiskajām vētrām un cilvēku veselību ir fakts, pat riska grupām nevajadzētu no tām baidīties. Daudz efektīvāks veids, kā samazināt risku saslimt, ir veselīgs uzturs, miega higiēna, fiziskās aktivitātes, regulāras veselības pārbaudes, bet slimības gadījumā – lietot medikamentus atbilstoši ārsta norādījumiem! 🌿



Melatonīnu lieto arī kā medikamentu

INTERESANTI

RAITIS MISA



NASA brylejas attēls

Astronauta kājas un rokas klāj Mēness regolīta daļiņas

Ārpuszemes grunts imitācija

JAU KĀDU LAIKU TEPAT UZ ZEMES TOP CITU DEBESS ĶERMEŅU,
GALVENOKĀRT MĒNESS UN MARSA, GRUNTS IMITĀCIJAS.
KĀDĒĻ TAS IR VAJADŽĪGS?

Lai vairāk uzzinātu par to, kā top un kam ir noderīgas citu debess ķermeņu grunts imitācijas, *Zvaigžņotā Debess* sarunājās ar Kārli Šļumbu, kura maģistra darba tēma planetārajās zinātnēs, ab-solvējot Centrālās Floridas Universitāti, bija *Pastāvīgā ēnā Mēness esošo apgabalu un Jupitera trojiesu regolīta imitāciju izstrāde*.

KAS IR REGOLĪTS?

Populāros tekstos regolītu mēdz saukt par smiltīm, kosmiskajām smiltīm vai putekļiem. Tas nav korekti, jo regolītam ir vairākas specifiskas īpašības. Galvenā ir daļiņu forma. Uz Zemes smilšu graudiņiem lielākoties ir nogludināta, noapaļota forma. Uz Mēness nav erozijas, un grunts daļiņas nekas nenoguldina, tāpēc Mēness regolīta daļiņām ir sarežģīta, neregulāra forma. Šā iemesla dēļ daļiņas viegli pielīp pie virsmām, un tās ir grūti notīrīt. Tās arī ātri aizķepē gaisa filtrus. Mēness regolīts saglabā savas īpašības miljoniem gadu ilgi.

Mēness un asteroīdu regolītu aktīvi pēta, jo tas klāj šo debess ķermeņu virsmu, un tieši tā paraugus iegūst izpētes zondes. Parasti regolīts sastāv no dažādiem minerāliem. Mēness polārajos apgabalos regolītam var būt piejaukts ledus, uz asteroīdiem – dažādas organiskas vielas. Regolīta īpašības ir viens no līdz galam neatrisinātiem jautājumiem, kas apgrūtina potenciālo Mēness



Pastāvīgā ēnā esoša Mēness krātera regolīta imitācija ar ūdens piejaukumu

apdzīvošanu. Uz Marsa tā nav tik izteikta problēma, jo tur ir vēja radīta erozija, kas noguldina daļiņas, tāpēc Marsa regolītu var saukt par smiltīm.

IZMANTOŠANA

Uz Zemes ir labi izpētīti regolīta paraugi no Mēness un dažiem asteroīdiem. Marsa visurgājēji ir samērā labi izanalizējuši Marsa grunti. Šo debess ķermeņu regolītu var mēģināt imitēt laboratorijā. Tas arī tiek darīts, pat notiek regolīta imitāciju ražošanas komerciālos nolūkos. Lielākais ražotājs ir ASV uzņēmums *Exolith Lab*, kas piedāvā

Mēness, Marsa un asteroīdu grunts imitācijas. Šajā uzņēmumā praktiskas iemaņas guva arī Kārlis Šļumba.

Regolīta imitācijas izmanto dažādiem mērķiem, piemēram, lai modelētu robotu vai cilvēku darbību uz debess ķermeņu virsmas. Šim nolūkam izveidota telpa, kuru piepilda ar nepieciešamo imitāciju, un tur izmēģina robotu vai skafandru. Reizēm telpu aprīko ar mehānismu, kas robotu nedaudz paceļ uz augšu, tādējādi imitējot samazinātu gravitācijas spēku. Regolīta imitācijas var izmantot, arī lai pētītu augu augšanu konkrētā ārpuszemes vidē.

”
MĒNESS REGOLĪTA DAĻIŅU NEREGULĀRĀ
FORMA APGRŪTINA POTENCIĀLO MĒNESS
APDZĪVOŠANU.



Darbs laboratorijā, veidojot regolīta imitāciju

Aktuāla ir arī derīgo resursu iegūšana no regolīta. To karsējot, var iegūt skābekli, var atdalīt metālus. Regolītu var izmantot kā būvmateriālu, tam piejaucot cementējošo vielu, arī karsējot regolītu kā māla ķieģeļus. Pēta arī, kā sablīvēt Mēness regolītu, lai uz tā varētu uzbūvēt nolaišanās platformu vai ko citu. Regolīta imitāciju izmantošanas potenciāls ir milzīgs.

Tajā pašā laikā regolīts rada arī riskus, jo mazās daļiņas viegli paceļas gaisā, kad tām pieskaras, vai tās nonāk raķešu dzinēja gāzu plūsmā. Tas apgrūtina kosmisko aparātu nolaišanos, transportlīdzekļu kustību, kā arī sarežģī potenciālo dzīvi Mēness un Marsa bāzēs.

Regolīta mazās, neregulārās daļiņas izmaina debess ķermeņu virsmas materiāla optiskās īpašības. Tāpēc

ar teleskopiem, spektroskopiem vai radariem reizēm iegūst divvainus rezultātus. Zinātnieki mēģina izveidot konkrētu debess ķermeņu virsmas modeļus, lai varētu skaidri interpretēt ierīču iegūtos datus. Ja tas izdotos, tad ar attālinātās izpētes metodēm varētu labāk noteikt pētāmo asteroīdu, planētu vai komētu virsmas sastāvu.

Un beidzot – arī interesei var iegādāties regolīta imitāciju paraugu kopumu, ar ko papildināt savu kosmisko lietu kolekciju.

”

REGOLĪTA IMITĀCIJU
IZMANTOŠANAS
POTENCIĀLS IR
MILZĪGS.



Regolīta imitācijas ražošana notiek betona maisītājā, to jaucot pat 24 stundas ilgi

”
GALVENAIS
MAĢISTRA DARBA
UZDEVUMS BIJA
NOSKAIDROT,
KĀDS VARĒTU BŪT
JUPITERA TROJIEŠU
ASTEROĪDU
REGOLĪTA SASTĀVS.

PĒTĪJUMI

Kārļa Šļumbas zinātniskais vadītājs bija Daniels Brits (*Britt*), Centrālās Floridas Universitātes Fizikas nodaļas astronomijas un planetāro zinātņu profesors, kurš ir arī *Exolith Lab* vadītājs. Viņš piedāvāja Kārlim iepazīties ar uzņēmuma ražoto produkciju un ražošanas procesu. Firma gadā saražo tonnām Mēness un Marsa grunts imitāciju. Ražošanas process ir automatizēts tikai daļēji, tas ietver daudz roku darba, kas ir smags un putekļains. Jāstrādā maskā, jo daudzu daļiņu izmērs ir mazāks par mikronu un tās ir kaitīgas.

Kārlis trīs mēnešus smalcināja maisījumam nepieciešamos minerālus, bēra tos kopā nepieciešamajās proporcijās un maisīja, arī fasēja nosūtīšanai pasūtītājiem. Tā radās ideja zinātniskajam projektam. Tā kā Daniels Brits ir iesaistīts NASA misijā *Lucy*, kas pētīs Jupitera trojiešus (asteroīdus, kas riņķo Jupitera orbītā aiz planētas un priekšā tai), radās doma,



Olivīns (baltais) tiks sajaukts ar dzelzs sulfīdu (melnais), veidojot trojieša regolīta imitāciju

ka Kārlis savā zinātniskajā darbā varētu izstrādāt šo asteroīdu grunts imitācijas.

Kārlis izlasīja burtiski visas publikācijas par attiecīgajiem asteroīdiem un konsultējās ar zinātniekiem, kas tos pēta. Galvenais uzdevums bija noskaidrot, kāds varētu būt Jupitera trojiešu asteroīdu regolīta sastāvs situācijā, kad zinātnieku rīcībā nav regolīta paraugu. Viņš secināja, ka labākais veids, kā izveidot asteroīda grunts imitāciju, ir panākt, lai tās spektrs būtu maksimāli tuvs novērojamos iegūtajiem asteroīdu spektriem, jo tas ir vienīgais veids, kā attālināti noteikt asteroīda virsmas sastāvu.

Informāciju par asteroīdu virsmas sastāvu sniedz infrasarkanais emisijas spektrs 10 mikronu apgabalā, kas ir apmēram tāds pats kā komētām, kaut arī asteroīdiem nav gāzu apvalka. Mērījumi parādīja, ka asteroīdus veido galvenokārt silīcija minerāli ar

milzīgu porainumu – vairāk nekā 99% porains. Var būt, ka uz asteroīdu virsmas lidošanās grunts daļiņas, radot šādu porainuma efektu. Tomēr izplatītākais pieņēmums ir, ka asteroīda virsma sastāv no materiāla, kas ir gandrīz 99% caurspīdīgs 10 mikronu starojuma apgabalā.

Ņemot to vērā, Kārlis ķērās pie dažādu asteroīdu regolīta imitāciju izstrādes, dažādās proporcijās kombinējot silīcija oksīdu, olivīnu un dzelzs sulfīdu, kas maisījumam piešķir tumšu krāsu. Vēl tika pievienoti organiskie savienojumi, izmantojot akmeņogles. Kārlis izstrādāja kādas desmit asteroīda regolīta imitācijas. Precīza spektra atveide neizdevās, varbūt tāpēc, ka imitācijas maisījuma daļiņu izmērs bija apmēram 25 mikroni, kas, iespējams, bija par lielu. Tomēr maģistra darbs tika sekmīgi aizstāvēts, un Kārlim jau ir idejas turpmākiem pētījumiem. ✎

Praktiski padomi, kā “nomedīt” ziemeļblāzmu

Toms Bokums

VIENA NO PĒDĒJĀ LAIKĀ POPULĀRĀM TĒMĀM SOCIĀLAJOS TĪKLOS UN ĀRPUS TIEM – ZIEMEĻBLĀZMA. ŠO DABAS PARĀDĪBU MĒĢINA NOTVERT GAN IESĀCĒJI, GAN ILGGADĒJI ENTUZIASTI, TAČU RETI KURAM IZDODAS TIKT PIE IZTEIKSMĪGĀM ZIEMEĻBLĀZMAS FOTOGRAFĪJĀM. TĀPĒC LAIKS DAŽIEM NODERĪGIEM PADOMIEM.

KĀ PAREDZĒT ZIEMEĻBLĀZMU?

Pirmām kārtām jāņem vērā tas, ka ziemeļblāzma ir mainīga un var kļūt spoža tikai uz dažām minūtēm, tāpēc ir svarīgi nenokavēt isto brīdi. Par Saules aktivitāti un novērotajiem koronālajiem izvirdumiem, kas rada ģeomagnētisko vētru, informāciju iegūstu spaceweather.com. Tuvojoties plānotajam ziemeļblāzmas sākuma laikam, izmantoju

mobilo lietotni *Aurora*, lai sekotu līdz ģeomagnētiskās vētras intensitātes jeb K_p indeksam. Paša “medību” procesā vēroju Zviedrijas Kosmosa fizikas institūta observatorijas magnetometra grafiku, kurā pieejami Zemes magnētiskā lauka svārstību dati reālā laikā. Lielāka iespēja precīzāk paredzēt ziemeļblāzmu būs, ja izmantosiet vairākus avotus. Lai šo parādību labi

redzētu, debesīm jābūt skaidrām un tumšām, bez gaismas piesārņojuma (pilsētas apgaismojums, Mēness gaisma).

PADOMI “MEDĪBU” PROCESĀ

Dodoties “medīt” ziemeļblāzmu, nereti nāksies gaidīt vairākas stundas aukstumā zem klajas debess, tāpēc jāsaģērbjas silti. Jāņem līdzī lādēšanas ierīces, jo aukstumā gan telefona, gan foto tehnikas

baterijas izlādējas ātri. Taču pats svarīgākais "medību" procesā ir pacietība. Ja spožāka ziemeļblāzma parādījusies uz īsu brīdi, tas nenozīmē, ka viss ir cauri, spožā epizode var atkārtoties. Dažos gadījumos esmu novērojis pat trīs vai vairāk atsevišķus uzplaiksnījumus, ar lielu laika intervālu. Ar ilgu gaidīšanu ir jārēķinās.

TEHNISKIE IETEIKUMI

Lai ziemeļblāzmu iemūžinātu kvalitatīvos attēlos, nepieciešamas pamata zināšanas fotografēšanā. Gandrīz visi mūsdienu telefoni ir aprīkoti ar nakts foto režīmu, ar kuru naktī var iegūt samērā labas fotogrāfijas. Tomēr, lai iegūtu labāku rezultātu, ieteicams izmantot spoguļa vai bezspoguļa digitālo kameru ar lielas gaismasspējas objektīvu un manuālu



Katrs var atrast savu risinājumu, kā saglabāt siltumu



Spoguļkamera uz stabila statīva ar lielas gaismasspējas objektīvu. Redzams arī distances elektroniskais slēdzis

iestatījumu kontroli. Jo mazāks skaitlis uz objektīva (1:2,8, 1:2 u. tml.), jo labāka tā veiktspēja vājā apgaismojumā. Ilgai ekspozīcijai nepieciešams stabils foto statīvs. Sensora jutībai jeb ISO skaitlim, ko iespējams iestatīt, nevajadzētu pārsniegt 6400, lai

izvairītos no graudaina fotoattēla. Ekspozīcijas ilgums ziemeļblāzmas gadījumā ir gaumes jautājums. Ilgāka ekspozīcija ziemeļblāzmu attēlos spilgtāku, taču izplūdušu. Īsākā laikā izteiksmīgāk iezīmēsies ziemeļblāzmas vertikālie gaismas stabi. 🌿



Jāpdomā arī par attēla kompozīciju, tajā iekļaujot izteiksmīgus priekšplāna vai fona objektus



Arizonas (Berindžera) meteorīta krāteris, 2017. gads

Velna kanjona meteorīts

VIENS NO IEVĒROJAMĀKAJIEM METEORĪTIEM LATVIJAS UNIVERSITĀTES MUZEJA KRĀJUMĀ IR NELIELS DZELZS GABALIŅŠ, SAUKTS *CANYON DIABLO*, KAS NĀCIS NO SLAVENĀ ARIZONAS KRĀTERA AMERIKAS SAVIENOTAJĀS VALSTĪS.

Ziemeļamerikā, Arizonas štatā, netālu no Diablo (Velna) kanjona pirms aptuveni 50 tūkstošiem gadu nokrita

neliels asteroīds. Triecienā izveidojās krāteris, kas šobrīd pazīstams kā Arizonas vai Berindžera krāteris. Tas ir 1200 metru plats, 170 metru

dziļš, grunts izmeši ap krātera malām paceļas 45 metrus augstu. Pēc mūsdienu aprēķiniem, asteroīds bijis aptuveni 50 metru diametrā. Par tā



lidojuma ātrumu zinātnieku domas ir atšķirīgas. Sākotnējā modelēšana liecināja, ka meteorīts ietriecies Zemē ar ātrumu līdz 20 kilometriem sekundē, taču jaunākie pētījumi liecina, ka trieciens bijis daudz lēnāks – 12 kilometri sekundē. Triecienu enerģiju lēš ap 10 megatonnām. Aptuveni puse meteorīta masas sadega, ietriecoties atmosfērā, otra puse iztvaikoja triecienā, krāteri un tā apkārtnē atstājot minimumu meteorīta

fragmentu. Par oficiālo meteorīta atrašanas datumu uzskata 1891. gadu, bet vietējās indiāņu ciltis jau sen

pirms tam krātera apkārtnē un kanjonā uzlasīja meteorīta dzelzs gabaliņus, ko izmantoja bultu uzgaļu, nažu un kulta priekšmetu izgatavošanā.

Kopš debesu pētīšanā sāka izmantot teleskopu, ir zināms, ka uz Mēness ir krāteri, bet tikai 20. gadsimta sākumā tika pierādīts, ka tos radījuši asteroīdu trieciēni. Tad sāka spriest, ka arī dažiem uz Zemes esošajiem krāteriem ir līdzīga – kosmiska – izcelsme. Arizonas krāteris nonāca zinātnieku uzmanības lokā drīz pēc tam, kad to atklāja amerikāņu kolonisti 19. gadsimtā.

1891. gadā mineralogs Alberts Fūts (*Foote*) iesniedza Zinātnes attīstības asociācijai savu rakstu – pētījumu par Ziemeļarizonas meteorītiem. Dažus gadus iepriekš no kāda vilciena vadītāja viņš bija saņēmis meteorītam līdzīgu dzelzs gabalu. Izpēte pierādīja, ka tas patiesi ir meteorīts, un A. Fūts organizēja ekspedīciju uz Arizonas krāteri un piecus kilometrus attālo Velna kanjonu, lai iegūtu vairāk paraugu. Viņa komanda savāca meteorītus, no kuriem fragmentiem līdz gandrīz 300 kilogramu smagiem gabaliem. A. Fūts rūpīgi pētīja šos

”
ARIZONAS METEORĪTA KRĀTERI AMERIKĀŅU KOLONISTI ATKLĀJA 19. GADSIMTĀ, BET VIETĒJĀS INDIĀŅU CILTIS JAU SEN PIRMS TAM KRĀTERA APKĀRTNĒ UZLASĪJA METEORĪTA DZELZS GABALIŅUS.



Gurta Vilka

Canyon Diablo meteorīts (no dažādām pusēm) F. Candra un Latvijas astronomijas kolekcijā

meteorītus un starp identificētajiem minerāliem *Canyon Diablo* sastāvā atklāja arī mikroskopiskus dimantus. Viņa raksts zinātnieku aprindām sniedza pirmo Arizonas krātera ģeoloģisko aprakstu.

Drīz pēc A. Fūta raksta publicēšanas ASV Ģeoloģijas dienesta galvenais ģeologs Grovs Gilberts (*Gilbert*) devās izpētīt krāteri un nolēma, ka tas ir radies vulkāna tvaiku sprādzienā. Gilberts uzskatīja: ja tas būtu trieciena krāteris, tad meteorītu materiālam joprojām vajadzētu atrasties krātera malās. Viņš arī pieļāva, ka lielai daļai meteorīta jāatrodas krātera dibenā un tam vajadzētu radīt lielu magnētisku

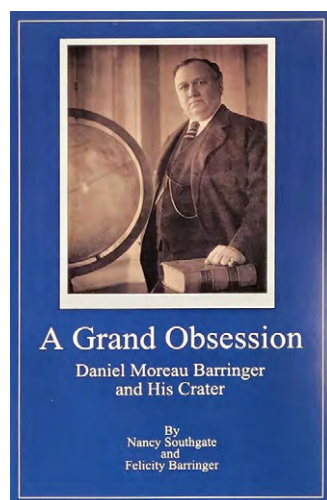
anomāliju, kas nebija konstatējama. Viņš apgalvoja, ka krātera apmalē atrastie meteorīta fragmenti un tūkstošiem mazu meteorītu daļiņu krātera tuvumā ir nejaušība. Tā uzskatīja ne tikai valsts galvenais ģeologs, viņa viedoklim piekrita arī lielākā daļa ASV ģeologu.

1903. gadā kalnrūpniecības inženieris un uzņēmējs Daniels Berindžers (*Barringer*) apgalvoja, ka Arizonas krāteris radies liela dzelzs meteorīta triecienā. D. Berindžera uzņēmums *Standard Iron Company* nopirka krāteri izrakumiem. Berindžers bija uzkrājis nelielu bagātību un izstrādāja vērienīgus plānus metāla

izmantošanai, kas, viņaprāt, atradās krātera dibenā. Pēc krātera izmēra viņš aprēķināja, ka meteorīta masa ir 100 miljoni tonnu, un viņš cerēja nopelnīt miljardu dolāru! Krātera apkārtnē viņš patiešām atrada meteorīta paliekas. Tas ļāva D. Berindžeram cerēt, ka lielākā daļa meteorīta joprojām slēpjas krātera dibenā. Meteorītu trieciena procesi tajā laikā vēl nebija izpētīti, un D. Berindžers nezināja, ka viņa cerētā lielā meteorīta masa jau sen ir iztvaikojusi. Viņš pavadīja 27 gadus, mēģinot atrast lielo dzelzs gabalu, veica urbumus līdz pat 419 metru dziļumam, taču tā arī neko neuzgāja.

1929. gadā kompānija pieņēma darbā astronomu Forestu Multonu (*Moulton*), lai beidzot izpētītu trieciena fizikālos apstākļus. F. Multons izrēķināja, ka meteorīts, visticamāk, svēris 300 000 tonnu un ka šāda

”
DENIELS BERINDŽERS APRĒĶINĀJA, KA METEORĪTA MASA IR 100 MILJONI TONNU. VIŅŠ CERĒJA TO IZRAKT UN NOPELNĪT MILJARDU DOLĀRU!



Denielam Berindžeram veltītās grāmatas *Lielā apsēstība* vāks

M. Southgate, F. Barringer

ķermeņa trieciens radīja pietiekami daudz siltuma, lai meteorīta masa nekavējoties iztvaikotu. Berindžers nomira desmit dienas pēc Multona ziņojuma publicēšanas. Līdz tam D. Berindžers bija iztērējis vairāk nekā 500 000 ASV dolāru (mūsdienās 7 miljoni), un tas viņu gandrīz noveda līdz bankrotam. Tomēr krāteri ģimene nepārdeva, un šī vieta joprojām pieder Deniela Berindžera pēcnācējiem. Arizonas krāteri sāka oficiāli saukt par Berindžera krāteri.

Pazīstams amerikāņu meteorītu mednieks un pētnieks Hārvijs Niningers (*Nininger*) 1942. gadā pārcēlās uz Arizonas krātera apkārtni. Viņš izdeva vairākas ar *Canyon Diablo* meteorītu un Arizonas meteorīta krāteri saistītas grāmatas, veica plašus pētījumus pašā krāterī, atklājot daļēji izkusušus meteorītu dzelzs slāņus. Niningera pētījumi beidzot pārliecināja zinātnieku aprindas, ka Arizonas krāteris tiešām izveidojies asteroīda triecienā. Viņš gribēja uz krātera malas uzbūvēt publisku muzeju. Aizvainota par Niningera mēģinājumu nacionalizēt krāteri, Berindžeru ģimene nekavējoties pārtrauca viņa izpētes tiesības. Viņi paši uz krātera malas uzcēla privātu muzeju, un krāteris pārtapa par tūrisma objektu, kas šobrīd uzņem ap 270 000 apmeklētāju gadā. Holivudas producenti te uzņēmuši vairākas fantastikas filmas, un Mēnesim līdzīgo vidi NASA izmantoja *Apollo* astronautu treniņiem.



Ilgonis Vilks pie Holsingera fragmenta Arizonas krātera apmeklētāju centrā, 2017. gads

Lai arī cerēto lielo meteorīta masu atrast neizdevās, krātera apkārtnē savāktos fragmentus rūpīgi uzskaitīja. Lielāko fragmentu kopējā masa ir aptuveni četras tonnas. Pats lielākais ir 639 kilogramus smagais Holsingera fragments, kas atrodas krātera apmeklētāju centrā. *Canyon Diablo* meteorīta paraugi nonākuši daudzās kolekcijās, viens gabaliņš – arī Latvijas Universitātes Muzejā. Diemžēl nav precīzi zināms, tieši no kura vākuma ir mūsu paraugs, bet vecākais paraugs pie meteorīta norāda uz 1891. gadu, kas ļauj domāt par pašu agrāko, Alberta Fūta komandas, vākumu.

Canyon Diablo meteorīts ir dzelzs oktaedrīts. Tajā ir arī 7,1% niķeļa, 1% oglekļa, 1% sēra, 0,5% kobalta, 0,3% fosfora un citi piemaisījumi. Rūpīga analīze

mūsdienās apstiprināja jau Fūta atklāto mikrodimanču klātbūtni. Saistībā ar šo meteorītu izdarīts vēl viens interesants secinājums. 1953. gadā ģeokīmiķis Klērs Patersons (*Patterson*) mērīja svina izotopu attiecības *Canyon Diablo* meteorītu paraugos. Viņš aprēķināja, ka Zemes vecums ir 4,550 miljardi gadu. Šis skaitlis bija daudz precīzāks par iepriekšējiem novērtējumiem, līdz tam uzskatīja, ka Zemes vecums ir 3,3 miljardi gadu.

Aplūkot *Canyon Diablo* meteorītu, kā arī visus pārējos meteorītus, kas ir Latvijas Universitātes Muzeja krājumā, iespējams, piesakoties uz ekskursiju F. Candra un Latvijas astronomijas kolekcijā. 🦋

Raksts pārpublicēts no Latvijas Universitātes Muzeja materiālu sērijas *Zem lupas* (<https://www.lu.lv/muzejs/petnieciba/zem-lupas/2023-gads/>).



FOTOSTĀSTS

TOMS BOKUMS

Ziemeļblāzma, Liepājā



2023. gada 24. marta ziemeļblāzma bija tik spoža, ka to varēja vērot pat virs galvas, ar neapbruņotu aci. Bija redzami koši gaismas stabi, virs kuriem notika arī strauja vizuālošana. Neilgi pirms sākās šis spožais uzplaiksnījums, apsvēru domu doties mājās. Tas tikai atgādina, ka ziemeļblāzmas "medībās" galvenais ir pacietība.

Laiks: 2023. gada 24. marts plkst. 2.10.

Vieta: fortu drupas Liepājā.

Kamera un objektīvs: Sony A7III +

Samyang 24 mm f/1,8.

Ekspozīcijas ilgums: 2 sekundes.

Jutība: ISO 3200.





Latvijas 51. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde

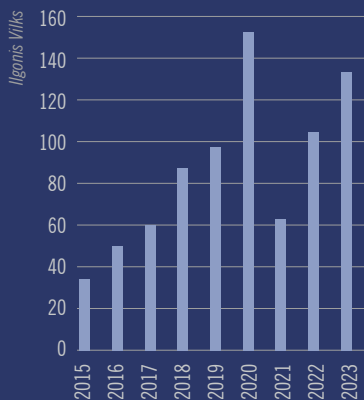
2023. gada 18. un 22. aprīlī norisinājās Latvijas 51. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde. Abas olimpiādes kārtas notika neklātienē, saglabājot ierasto formātu – olimpiādes pirmajā kārtā skolēni risināja uzdevumus, otrajā kārtā atbildēja uz dažādiem ar astronomiju saistītiem jautājumiem. Jau trešo gadu pēc kārtas olimpiāde bija arī kā pirmā atlasē kārtā Latvijas skolēnu dalībai

Starptautiskajā astronomijas un astrofizikas olimpiādē (IOAA). Olimpiādi organizēja Latvijas Universitātes Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultāte un Latvijas

Astronomijas biedrība sadarbībā ar SIA *Omicron* (interneta veikalu www.ieskaties.lv).

Šā gada astronomijas olimpiāde izraisīja visai lielu interesi. Tās pirmajā

51. ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE IZRAISĪJA LIELU INTERESI. TĀS PIRMAJĀ KĀRTĀ PIEDALĪJĀS 133 SKOLĒNI.



Olimpiādes dalībnieku skaits kopš 2015. gada, kad pirmā kārta notiek tiešsaistē

kārtā piedalījās 133 skolēni no Ādažu, Cēsu, Daugavpils, Jelgavas, Jūrmalas, Liepājas, Mārupes, Olaines, Preiļu, Rēzeknes, Rīgas, Saulkrastu un Skrīveru mācību iestādēm. Viskuplākais dalībnieku skaits bija no Rēzeknes Mākslas un dizaina vidusskolas (36 skolēni) un RTU Inženierzinātņu vidusskolas (17 skolēni).

Olimpiādes pirmās kārtas saturs tika veidots atbilstoši daudzu gadu tradīcijām, apvienojot testa jautājumus un tradicionālus astronomijas uzdevumus, kuru risināšanā jāizmanto, piemēram, Keplera likumi un formulas spīdekļu spožuma aprēķināšanai. Vislabākos rezultātus pirmajā kārtā guva Olita Anastasija Zadorožnaja no Starptautiskās vidusskolas *Ekziperī* un Viesturs Streļčs no RTU Inženierzinātņu vidusskolas.

Uz olimpiādes otro kārtu tika uzaicināti 28 skolēni. Tā norisinājās viktorīnas formātā. Visvairāk punktu otrajā

kārtā ieguva Ernests Lazdāns no RTU Inženierzinātņu vidusskolas. Tikai nedaudz atpalika Martins Kuklins no Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas un Viesturs Streļčs.

Kopvērtējumā pirmo vietu ieguva **Ernests Lazdāns**. Otrajā vietā – **Viesturs Streļčs**, trešajā vietā – **Iļja Reutins** no RTU Inženierzinātņu vidusskolas. Atzinība tika izteikta Lukasam Robertam Kellijam (RTU Inženierzinātņu vidusskola), Martinam Bergšteinam (Jelgavas Valsts ģimnāzija), Varvai Gromovai (RTU Inženierzinātņu vidusskola), Martinam Kuklinam, Tomam Ozoliņam (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija), Kristapam Gravam (RTU Inženierzinātņu vidusskola), Ilgvaram Ročānam (Andreja Pumpura Rīgas 11. pamatskola), Madarai Gaiķei (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija) un Olitai Anastasijai Zadorožnajai, kura gan nevarēja piedalīties olimpiādes otrajā kārtā, jo tajā laikā bija aizņemta cita mācību priekšmeta olimpiādē. Visi godalgoto vietu ieguvēji un atzinību saņēmušie skolēni kvalificējās atlases kārtai par iespēju startēt Starptautiskajā astronomijas un astrofizikas olimpiādē.

Olimpiādes godalgoto vietu ieguvēji saņēma Latvijas Astronomijas biedrības diplomus, astronomijas grāmatas un *Zvaigžņotās Debess* numurus. Ernests Lazdāns ieguva galveno balvu no SIA *Omicron* – *Celestron Skymaster* binokli.

KOPVĒRTĒJUMĀ PIRMO VIETU IEGUVA ERNESTS LAZDĀNS NO RTU INŽENIERZINĀTŅU VIDUSSKOLAS.

Latvijas Astronomijas biedrība izsaka īpašu pateicību Inesei Dudarevai, Dmitrijam Docenko un Ilgonim Vilkam par ieguldījumu olimpiādes organizēšanā, kā arī Dainim Draviņam par finansiālo atbalstu balvu iegādei. 🍀



Olimpiādes uzvarētājs Ernests Lazdāns



Satelītu lāzerlokācijas stacija Austrālijā

NASA brīvpieejams attēls

Satelītu lāzerlokācija Rīgā

Nobeigums

LATVIJA IR VIENA NO NEDAUDZAJĀM VALSTĪM PASAULĒ, KAS APGUVUSI UN VEIKSMĪGI LIETO SAREŽĢĪTO LĀZERLOKĀCIJAS TEHNOLOĢIJU SATELĪTU ĢEODĒZIJAS UZDEVUMU VEIKŠANĀ.

“DARBA RŪKIS” LS-105

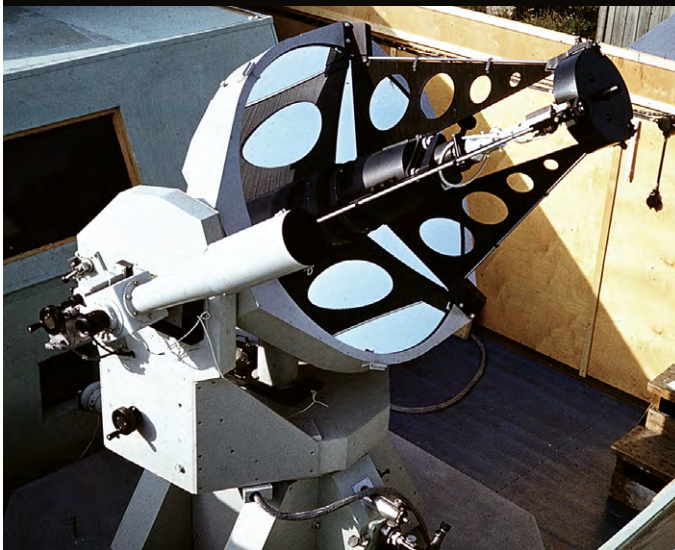
Pēc satelītu lāzera tālmēra LD-2 pabeigšanas (skatīt autora rakstu *Zvaigžņotās Debess 2022./2023.* gada ziemas numurā) Padomju Savienībā radās doma konstruēt jaunas paaudzes lāzera tālmēru, ar kuru varētu veikt precīzākus mērījumus. 1978. gadā Latvijas Valsts universitātes (LVU) Astronomiskā observatorija noslēdza līgumu ar PSRS Zinātņu akadēmijas P. Ļebedeva Fizikas institūtu par pārvietojama pavadoņu lāzerlokācijas teleskopa izstrādi un projektēšanu. Līgums paredzēja, ka vienu teleskopa eksemplāru nodos observatorijai. Iecerētais objektīva diametrs bija viens metrs, un visu iekārtu plānoja izvietot vienā konteinerā. Pirmā LS-105 eksemplāra montāžas darbi notika Fizikas institūta Krimas zinātniskajā stacijā Kaciveli krievu fiziķa un astronoma Jurija Kokurina (Кокурин, 1926–2013) vadībā.

1984. gada septembrī otro LS-105 eksemplāru atveda vagonā-konteinerā uz LVU Astronomisko observatoriju. Sākumā bija paredzēts, ka teleskops Rīgā atradīsies tikai vienu gadu, tad to, iespējams, vedīs uz ārzemēm, bet pēc astronoma Kazimira Lapuškas (1936–2013) iniciatīvas izdevās panākt, ka teleskops palika Rīgā pavisam. Sākās tālmēra sagatavošana ekspluatācijai.

Originālais spoguļa kanālu pārslēdzējs nebija kvalitatīvs, tā vietā izgatavoja rotējošu

LĀZERA TĀLMĒRS LS-105

Teleskopam LS-105 bija divu asu azimutālais montējums, to grieza soļu motori, kuru ātrumu regulēja dators. Tādējādi varēja sekot pavadonim ar ātrumu līdz vienam loka grādam sekundē un iestatīt teleskopu ar 15 loka sekunžu precizitāti. Tika realizēts princips “trīs vienā” – viena un tā pati Kasegrēna-Kudē optiskā sistēma noraidīja lāzera staru, uztvēra atstaroto impulsu un tika izmantota sekošanai. Teleskopa fokusa attālums raidīšanas režīmā bija 4,44 metri, uztveršanas režīmā – 11,6 metri. Teleskopa redzeslauks bija 30 loka minūtes, zvaigžņu un ZMP attēlu diametrs – 3 loka sekundes. Gidēšanas teleskopa objektīva diametrs bija 12 centimetri, redzeslauks – 4 loka grādi, palielinājums – 20 reizes. Teleskopa izmēri 151 × 177 × 187 centimetri, svars 650 kilogrami. Izmantoja lāzeru ar viļņu garumu 532 nanometri (zaļā gaismā), impulsa ilgums – 3 nanosekundes, staru kūļa leņķiskais platums – 0,5–1 loka minūte. Tālmēra, skaitļotāja un elektronisko iekārtu kopējā vērtība bija 259 400 rubļu.



LVU Muzeja krājums

Lāzera tālmērs LS-105 bez cilindriskā apvalka, kuru izmanto novērojumu laikā. Redzama galvenā optiskā sistēma, kas raida un uztver lāzera staru. Priekšplānā – teleskops-meklētājs

spoguļi. Komplektā ietilpstošais dators *Elektronika-60* nedarbojās, kā nākas, jo lāzera elektronika elektriskajās ķēdēs radīja stiprus trokšņus, tāpēc 1985. gadā vadības iekārtu pārbūvēja. Pavadoņa sekošanas datus ievadīja ar

2–4 metrus garu perfolenti. Kad tas bija izdarīts, teleskops pagriezās novērošanas sākuma pozīcijā. Kad operators ieraudzīja pavadoni, viņš nospieda pogu, un teleskops sāka sekot pavadonim. Vadības bloks uzrādīja





Aparatūra un skaitļotājs MERA-60 lāzera tālmēra LS-105 konteinerā



Kazimirs Lapuška demonstrē tālmēra LS-105 vadības aparatūru, 2003. gads

teleskopa ātrumu, leņķisko augstumu un azimutu. Kad perfolente beidzās, teleskops atgriezās “nulles stāvoklī”, lai varētu aizvērt paviljona jumtu.

Kādā Astronomiskās observatorijas dokumentā minēts, ka ap 1985. gadu veikti eksperimentāli pavadoņa GEOS A novērojumi, taču regulāri novērojumi ar LS-105 sākās 1987. gada 9. septembrī, kad novēroja pavadoni *Lageos 1*. Līdz gada beigām novēroja arī *Meteor 8*, EGS un citus ģeodēziskos satelītus ar speciālajiem atstarotājiem. 1988. gadā veikti 3290 pavadoņu *Lageos 1* un Geo IK mērījumi, precizitāte bija labāka par 20 centimetriem. 1989. gadā sāka novērot ļoti tālos PSRS pavadoņus *Etalon 1* un *Etalon 2* (12 800 km), pēc *Lageos 2* palaišanas 1992. gadā novēroja arī to. Tāpat tika novēroti dažādi navigācijas pavadoņi ar lāzera atstarotājiem (*Glonass 63*, *Glonass 67*, GPS 35, GPS 36). Rīgas lāzerstacijai piešķīra numuru 1884.

Jau pavisam drīz observatorijas speciālisti sāka domāt, kā uzlabot LS-105 vadības bloku, jo perfolente bija iepriekš jāsagatavo LVU Skaitļošanas centrā, līdz ar to operatīvi novērojumi nebija iespējami. Sprieda, ka teleskopu varētu vadīt ar observatorijas rīcībā esošo skaitļotāju *Mera-60*, taču tam nebija cietā diska. Labāks variants būtu IBM tipa dators ar 640 kilobaitu operatīvo atmiņu un 10–20 megabaitu disku, taču tāds vispirms

1987. GADA SEPTEMBRĪ RĪGĀ SĀKĀS
REGULĀRI NOVĒROJUMI AR SATELĪTU
LĀZERA TĀLMĒRU LS-105. TIE
TURPINĀS ARĪ TAGAD. INSTRUMENTS IR
VAIRĀKAS REIZES MODERNIZĒTS.



Galvenie novērotāji ar lāzera tālmēru LS-105, 20. gadsimta 90. gadi. No kreisās: Kazimirs Lapuška, Igors Abakumovs, Valdis Lapoška. Redzams teleskopa cilindriskais apvalks

LATVIJAS UNIVERSITĀTES ASTRONOMISKĀS OBSERVATORIJAS SPECIĀLISTI VARĒJA PAMATOTI LEPTIES AR PANĀKUMIEM LĀZERA TĀLMĒRA LS-105 MĒRĪJUMU PRECIZITĀTES PALIELINĀŠANĀ.

bija jāiegādājas. Tas arī tika izdarīts, un kopš tā laika teleskopa vadības un uztveršanas aparātūras kompleksā nomainīti jau daudzi datori.

Sākās ilgstošs tālmēra izmantošanas periods, kas turpinās arī 2023. gadā. LS-105 ir vairākas reizes modernizēts, nomainīti lāzери. 2003. gadā satelītu novērotājs Igors

Abakumovs rakstīja: “Lāzera impulsa izplatīšanās laika intervālu mērīšana notiek, izmantojot LU Elektronikas un datorzinātņu institūta signālu apstrādes speciālistu izstrādātos augstas precizitātes hronogrāfus (*Event Timer*). Mērījumu precizitāte sasniedz ± 5 pikosekundes. Viena mērījuma vidējā

kvadrātiskā kļūda ir robežās no 0,9 līdz 1,3 centimetriem, un normālpunktu vidējā kvadrātiskā kļūda ir 2–5 milimetri. Pastāv droša iespēja strādāt ar tuvajiem, vidēji tālajiem un tālajiem satelītiem. Iegūtie rezultāti noder praktiski visām ar satelītu lāzermērījumiem saistītajām Zemes zinātņu programmām. Ar šo trešās paaudzes lāzera tālmēru LU Astronomijas institūta observatorija piedalās starptautiskajā ILRS (*International Laser Ranging Service*) organizācijas zinātnisko programmu izpildē, kā arī EUROLAS (*European Laser Ranging Service*) organizācijas darbu programmās.”

Kazimirs Lapuška 2004. gadā papildināja: “Latvija ir to

16 valstu skaitā no gandrīz 200 pasaules valstīm, kura ir spējusi apgūt lāzerlokācijas tehnoloģiju. Pie tam ne tikai apgūt, bet pat radīt. Starp 16 lielām, tehniski spēcīgām valstīm ir pundurītis Latvija, un tas ir noticis, pateicoties mūsu darbam. No trim Baltijas valstīm vienīgie. Tuvākās stacijas ir Polijā, Vācijā, Somijā. Daži teleskopi strādā Ukrainā, bet to novērojumi ir tik slikti, ka tos praktiski nevar izmantot, jo vajadzīga ne tikai aparatūra, bet arī ļoti augstas kvalifikācijas speciālisti. Šobrīd kļūda ir robežās no 0,9 līdz 1,3 centimetriem, un prasības vēl pieaugs. Pēc gadiem 5–10 pieļaujamā kļūda būs daži milimetri.”

Observatorijas speciālisti varēja pamatoti lepoties ar ieguldīto darbu LS-105 precizitātes palielināšanā, jo sākotnēji tas bija otrās paaudzes lāzera tālmērs. 1992. gadā Kazimirs Lapuška piedalījās 8. Starptautiskajā lāzerlokācijas konferencē Anapolisā, ASV. No tur dzirdētā viņš secināja, ka padomju lāzera tālmēru atpalcība precizitātes ziņā bija 10–12 gadu, Rīgā šo atpalcību bija izdevies samazināt līdz diviem gadiem.

Sākotnēji LS-105 izgatavoja piecos eksemplāros, trešo eksemplāru LVU Astronomiskā observatorija palīdzēja sagatavot darbam Ukrainas PSR Galvenajā observatorijā Kijevā. Taču vēl 1989. gadā Rīgas satelītu stacija bija vienīgā, kurā notika regulāri un precīzi novērojumi ar LS-105, citās stacijās darbus

kavēja tehniskas grūtības vai precizitāte bija zemāka.

SADARBĪBA AR BULGĀRIJU

Lāzera tālmēru konstruēšanas darbi observatorijā nebeidzās. Rīgā vēl nebija uzstādīts LS-105, kad 1983. gadā sākas darbs pie jauna tālmēra ULIS-630. Tam bija tā sauktais vertikālais montējums, kura galvenā ass ir horizontāla, bet grozāmi teleskopi piestiprināti abpus asij. Ar šo montējumu var ērti novērot pavadoņus vertikālā virzienā, zenīta apgabalā, kas bieži nepieciešams. Ar azimutālo montējumu sekot šādiem pavadoņiem grūti, jo teleskops ļoti ātri jāgriež ap vertikālo asi, un tehniski tas nebija iespējams.

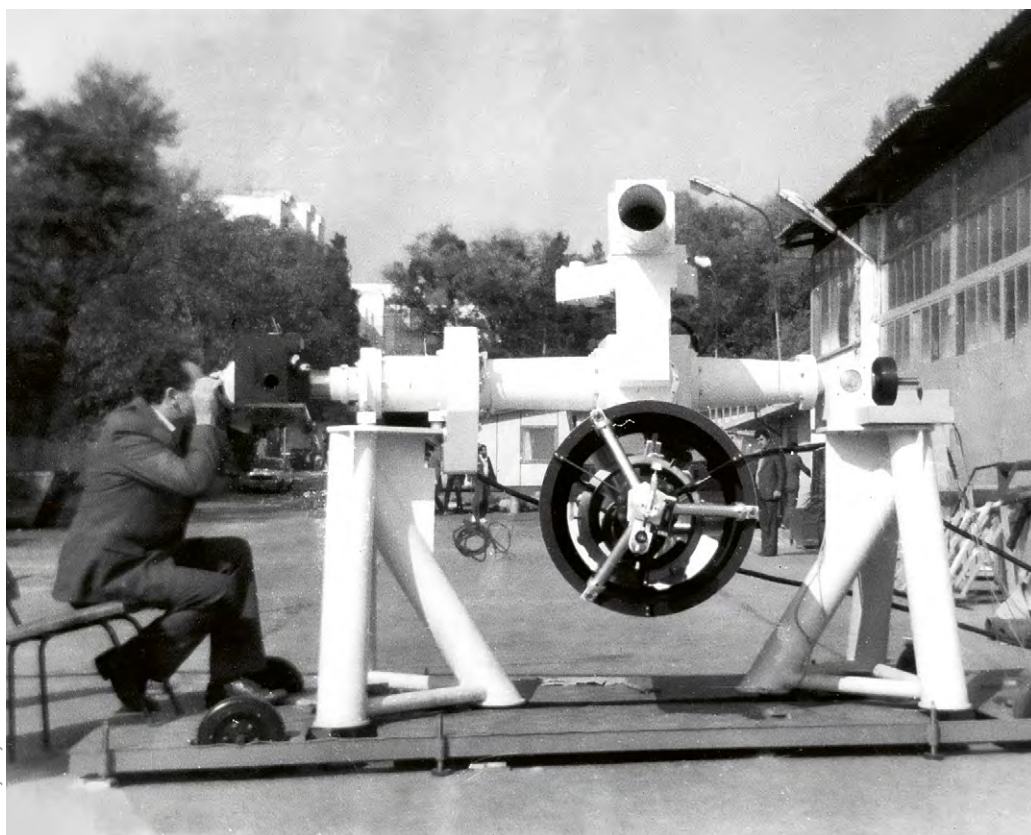
Jaunais tālmērs tapa sadarbībā ar Bulgārijas zinātniskās ražošanas uzņēmumu *Kosmos* Stara Zagorā, projektu finansēja PSRS un Bulgārijas Zinātņu akadēmijas. Galvenais konstruktors un projekta zinātniskais vadītājs bija Māris Ābele (1937–2022). 1984. gada jūnijā Rīgā kopā ar bulgāru pusi notika ULIS-630 skiču apspriešana. 1986. gadā bija gatavs pirmais eksperimentālais eksemplārs, kuru uzstādīja Planas observatorijā Bulgārijā. 1988. gada

23. aprīlī M. Ābele kopā ar bulgāru speciālistiem veica pirmos novērojumus. Novēroja pavadoņus EGS, sasniedzot precizitāti 25–35 centimetri.

Astronoms Juris Žagars atceras: “Konstruējot un veidojot lāzera tālmēru ULIS-630, galvenās, bet, protams, ne vienīgās darbojošās personas bija Māris Ābele kopā ar Juri Žagaru un Jāni Vjateru. Pieredze jau bija lielāka, nekā veidojot LS-105, bet pienākumu sadalījums bija iepriekšējais. Galvenais konstruktors Māris Ābele veidoja optikas un mehānikas mezglus, Jānis Vjaters bija atbildīgs par vadības sistēmas blokiem un citu elektroniku, Juris Žagars – par algoritmiem un programmnodrošinājumu, jo arī šis teleskops bija vadāms ar datoru.

PSRS un tās satelītvalstu sociālais un politiskais sabrukums, no kā neizvairījās arī Bulgārija, atstāja iespaidu arī uz ULIS-630 projekta noslēgumu. Ar bulgāru pusi bija noslēgta nerakstīta vienošanās (tajos laikos tādas vēl pastāvēja!), ka tiks izgatavoti trīs teleskopi, no kuriem pirmais tiks nodots Planas observatorijai, otrais – PSRS Zinātņu akadēmijas Zemes fizikas institūtam Maskavā, bet trešais

JAUNAIS SATELĪTU TĀLMĒRS ULIS-630
TAPA SADARBĪBĀ AR BULGĀRIJU.
GALVENAIS KONSTRUKTORS UN PROJEKTA
ZINĀTNISKAIS VADĪTĀJS BIJA MĀRIS ĀBELE.



Māris Ābele pārbauda lāzera tālmēru ULIS-630 Stara Zagoras rūpnīcā

tiks sūtīts uz Rīgu. 1988. un 1989. gadā izgatavoja pirmos divus teleskopus, 1990. gadā bija jāpiegādā pēdējais, trešais teleskops, kas pienācās Astronomiskajai observatorijai. Taču kāds bulgāru pusē bija pārdomājais, proti, PSRS–Bulgārijas starpvalstu projektā katra puse jau bija saņēmusi pa vienam teleskopam, kāpēc PSRS būtu jāsaņem divi teleskopi? Sociālisma sistēmas sabrukšana veicināja kapitālisma morāles attīstību sabiedrībā. Trešo teleskopu, kas jau bija gandrīz gatavs, varētu pārdot un tādējādi labi nopelnīt. Šajā situācijā

Latvijas Universitāte apzināti aizturēja projekta etapu apmaksu, lai izdarītu spiedienu uz bulgāru partneriem. Tas nostrādāja, kaut arī ne uzreiz, un trešā ULIS-630 teleskopa montējums tika nosūtīts uz Rīgu. Tikai pēc tam bulgāru puse saņēma pēdējos projekta maksājumus.”

1990. gadā Astronomiskās observatorijas vadība centās atgādāt uz Rīgu jau gatavās daļas. Februārī no PSRS iestādēm saņēma teleskopa galveno spoguļi, novembrī no Bulgārijas atveda galveno sastāvdaļu – teleskopa montējumu. 1991. gada augustā

un septembrī padomju puse apturēja darbu pie teleskopa, jo nebija finansējuma. Notika daļēja bulgāru uzņēmuma *Kosmos* likvidācija. Pēdējos maksājumus veica LU Astronomiskā observatorija no saviem līdzekļiem.

1987. un 1988. gadā ar *Kosmos* pārstāvjiem notika sarunas par kopīgas firmas *Antares* dibināšanu. Bija doma, ka Astronomiskā observatorija pārstāvētu LVU un PSRS, uzņēmums *Kosmos* – Bulgārijas Zinātņu akadēmiju. Firma varētu ražot sērijā lāzera tālmērus ULIS-630 un pēc tam arī citus. Latvijas puses

LĀZERA TĀLMĒRS ULIS-630

No pavadoņa atstaroto lāzera signālu uztvēra 63 cm diametra Kasegrēna-Kudē galvenais teleskops, kura redzeslauks bija 20 loka minūtes, zvaigžņu attēlu izmēri – 1,5 loka sekundes. Spogulis bija izgatavots no sitāla, materiāla ar mazu termiskās izplešanās koeficientu. Kā lāzera stara raidītāju izmantoja 12 centimetru diametra Galileja sistēmas teleskopu. Montējuma kustības ātrums bija līdz 2 loka grādiem sekundē, iestāšanās precizitāte – 10 loka sekundes. Tālmēru vadīja ar IBM PC datoru, pavadoņu efemerīdu un apstrādes programmu komplekts SATKOMP bija izstrādāts observatorijā. Visas iekārtas izmēri bija $3 \times 2,5 \times 2,6$ metri, svars – mazāks par 1,5 tonnām.

Tālmēra gids bija apgādāts ar elektroniski optisko pārveidotāju, teleskopa stāvokli kontrolēja optiskie leņķa devēji. Ar datoru sinhronizēts rotējošs diagonālais spogulis pārslēdza raidīšanas/gidēšanas/uztveršanas kanālus. Izmantoja Nd:YAG tipa lāzera ar 532 nanometru viļņa garumu, kura impulsa garums bija 0,32 nanosekundes un enerģija lielāka par 0,1 džoulu. Šāda tipa lāzera galvenais elements ir itrija-alumīnija granāta kristāls, kas legēts ar neodīma joniem. Stara leņķiskais platumš bija apmēram 3 loka minūtes, lāzers varēja ģenerēt līdz 5 impulsiem sekundē. Reģistrācijai izmantoja Elektronikas un datorzinātņu institūta iekārtu COMTIS, kuras kļūda bija 40 pikosekundes.



Lāzera tālmērs ULIS-630 Rīgā

ieguldījums būtu zinātniskā izstrāde un izmēģinājumi, bulgāru uzdevums – izgatavošana. Tika cerēts uz peļņu, plānotā eksemplāra cena bija pusmiljons valūtas cenbu. Sabrūkot PSRS, šie plāni nerealizējās.

Teleskops bija nonācis Rīgā. Kazimirs Lapuška kopā ar palīgiem uzbūvēja 10×4 metrus lielu paviljonu. 1992. gadā sākas teleskopa montāža, komplektēja elektroniskās iekārtas un veidoja jaunus. Darbus veica Astronomiskās observatorijas darbinieki Valdis Gedrovics, Valdis Lapoška, Augusts Rubans, konsultēja Māris Ābele un Kazimirs Lapuška. Programmēšanas darbus veica Andris Pavēnis, tika izstrādāta jauna programmatūra teleskopa uzvadišanai, sekošanai un impulsu reģistrācijai. 1993. gadā darba grupai pievienojās bulgāru speciālists Aleksandrs Stoikovs. Viņš strādāja Astronomiskajā observatorijā par vecāko zinātnisko līdzstrādnieku līdz 1995. gada septembrim, tad pārgāja darbā uz jaundibināto Trāķijas Universitāti Stara Zagorā, Bulgārijā.

1994. gada rudenī teleskopu noregulēja pēc 450 zvaigžņu novērojumiem, 1995. gada janvārī ieguva pirmos atstarojumus no mērķa. 1995. gada 18. februārī veica pavadoņa *Meteor 3* novērojumus. Ģeodēzists Jānis Klētnieks (1929–2021) piešķīta ULIS-630 koordinātas pie Latvijas nullpunkta. Arī 1996. gadā notika eksperimentāli novērojumi, taču novērotāju trūkuma dēļ tos



Lāzera tālmēra ULIS-630 paviljons novērošanas bāzē Botāniskajā dārzā

LĀZERA TĀLMĒRAM ULIS-630 BIJA SPECIĀLS MONTĒJUMS, AR KURU VARĒJA ĒRTI NOVĒROT SATELĪTUS DEBESS ZENĪTA APGABALĀ.

neturpināja. Novērojumu kvalitāte bija laba, normālpunktu precizitāte bija $\pm 1-2$ centimetri, rezultātus sūtīja uz datu apstrādes centru Vācijā. ULIS-630 bija Astronomiskās observatorijas pēdējais lielais sasniegums astronomiskajā aparātbūvē, jo Padomju Savienība izjuka un vairs nebija pasūtītāju, kas finansētu lielu projektu izstrādi.

PĀRMAIŅAS 20. GADSIMTA 90. GADOS

Astronomiskās observatorijas vadība aktīvi meklēja iespējas, kā izmantot lielo pieredzi lāzerlokācijas jomā un ārzemju novērojumu staciju ekspluatācijā, lai paplašinātu darbību un piesaistītu papildu līdzekļus. 1988. gadā tika izteikta ideja izveidot ekspedīcijas observatoriju

Sīrijā, kur uzstādīt lāzera tālmēru LD-2, kas Rīgā vairs nebija vajadzīgs, jo izmantoja tālmēru LS-105. Sīrijā varētu novērot tādus ekvatoriālās zonas pavadoņus, kas no Rīgas nav redzami. Tajā pašā gadā notika sarunas ar Eiropas Kosmosa aģentūru par lāzera novērojumu staciju Āfrikā, taču LS-105 turp pārcelt nevarēja, jo tas piederēja PSRS Zinātņu akadēmijai. Bija doma attīstīt sadarbību ar Kubu, kur bija labas attiecības ar vietējiem satelītu novērotājiem. 1990. gadā izskanēja doma uzstādīt lāzera tālmēru Mozambikā, kur observatorijas speciālisti bija ilgstoši strādājuši, tiesa, vietējās



Kalvis Salmiņš

Elektronikas un skaitļošanas tehnikas institūtā izstrādātais notikumu taimeris COMTIS A982/SLR

IZVEIDOT NOVĒROŠANAS BĀZI DIENVIDU PUSLODĒ NEIZDEVĀS, BET NOVĒROJUMI RĪGĀ AR TĀLMĒRU LS-105 AKTĪVI TURPINĀJĀS.

universitātes vadības attieksme nebija labvēlīga. Tomēr šie plāni netika realizēti.

1991. un 1992. gadā rūpīgāk izstrādāja ideju par lāzerlokācijas novērojumu staciju Dienvidāfrikas Republikā. Norisinājās sarakste par iespējamu novērošanas bāzi Keiptaunā vai Saterlendā, kur uzstādīt ULIS-630, jo divi tālmēri Rīgā viens otram blakus nebija vajadzīgi. Ja Astronomiskās observatorijas darbinieki uzstādītu tālmēru Dienvidāfrikā, Starptautiskais Zemes rotācijas dienests apņēmās segt ekspluatācijas izdevumus. Šis plāns izjuka, jo 1994. gadā no Astronomiskās observatorijas atdalījās Ģeodēzijas un ģeoinformātikas institūts, līdz ar to observatorijas zinātniskais un administratīvais potenciāls

samazinājās. ULIS-630 Rīgā vairs neizmantoja, tā daļas vēlāk pārveda uz Baldones Riekstukalnu.

Savukārt novērojumi ar LS-105 Rīgā aktīvi turpinājās. Tiesa, aizvien lielākas grūtības bija ar novērojumu veicējiem. 1988. gadā Kazimirs Lapuška žēlojās, ka palikuši tikai divi novērotāji, viņš un Igors Abakumovs. Kopš 1988. gada vasaras novērojumos iesaistījās Astronomiskās observatorijas darbinieks Valdis Lapoška.

LPSR Zinātņu akadēmijas Elektronikas un skaitļošanas tehnikas institūta (tagad Elektronikas un datorzinātņu institūts) pētnieku grupa Jurijs Artjuha (1943–2012) vadībā darbojās ātru signālu apstrādes sistēmu izstrādē un ieviešanā jau kopš 1970. gada. Ar laiku viņi

ieguva vadošo pozīciju augstas precizitātes laika mērījumu jomā PSRS. Lielāko daļu padomju lāzerlokācijas staciju aprīkoja ar Rīgā izgatavotiem laika intervālu skaitītājiem. 1990. gadā izstrādāja notikumu taime-ri A911. Turpmāki digitālo signālu apstrādes pētījumi 1990.–2000. gadā ļāva paugstināt mērītāju precizitāti. Tas bija iespējams, pateicoties arī tam, ka intervālu mērītājus, piemēram, eksperimentālos modeļus COMTIS, izmēģināja Astronomiskajā observatorijā, kas deva rekomendācijas to uzlabošanai.

NOŠĻĒGUMĀ

Ar šo noslēdzas rakstu sērija par satelītu novērojumiem Rīgā no 1957. gada līdz 20. gadsimta beigām. Par satelītu vizuālajiem novērojumiem lasiet *Zvaigžņotās Debess 2022.* gada pavasara numurā, par fotogrāfiskajiem novērojumiem – 2022. gada vasaras un rudens numuros. Lāzerlokācijas novērojumu sākums aplūkots 2022./2023. gada ziemas numurā. 🦋



Zvaigžņu puisēns

Jorge Ima Alvarez

Sudrabainie mākoņi Antarktīdā

20. GADSIMTA VIDŪ KĀDS ZĒNS TIK ĻOTI INTERESĒJĀS PAR ASTRONOMIJU, KA VIŅU IESAUCA PAR “ZVAIGŽŅU PUISĒNU”. KĀ IZVĒRTĀS VIŅA DZĪVE?

Roberts Vītolnieks piedzima 1947. gada 22. jūlijā Liepājā. Viņa tēvs, arī

Roberts, bija Liepājas, vēnlāk – Jūrmalas, galvenais arhitekts, māte Esmeralda bija juriste. 1954. gadā Roberts sāka mācīties Liepājas pilsētas 1. vidusskolā, bet 1958. gadā vājās veselības dēļ pārgāja uz neklātienes apmācību.

Par astronomiju Roberts interesējās jau kopš deviņu gadu vecuma. 1956. gadā

notika Marsa lielā opozīcija. Laikrakstā *Ciņa* rakstīts: “Saistībā ar šo ievērojamo astronomisko notikumu parādījās daudz populāru brošūru. Roberts lasīja tās, elpu aizturējās, kā viņa gadus lasa Žila Verna un Tomasa Maina Rīda darbus. Kādā novembra dienā, dodamies uz eksāmenu mūzikā (Roberts mācījās spēlēt vijoli. – *Aut. piez.*), viņš iegriezās pilsētas bibliotēkā uz lekciju par Marsu. Aizgāja gandrīz ar

asarām acīs: lekcija vēl nebija beigusies, bet eksāmenu atlikt nebija iespējams.”

1960. gadā ģimene pārcēlās uz Rīgu, un Roberts turpināja mācības Rīgas 31. vidusskolā. Arī šajā laika posmā viņš slimoja, tāpēc pārgāja uz Rīgas 46. vidusskolas neklātienes nodaļu, ko pabeidza 1964. gadā. Pēc tam vienu gadu Roberts strādāja par tehniķi meistarū Rīgas telegrāfa un telefona stacijas eksperimentālajā darbnīcā.



Roberts Vītoliņš ap 1965. gadu

SUDRABAINO MĀKOŅU NOVĒROTĀJS

1960. gadā viņš iestājās Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Rīgas nodaļā. Jau tad Roberts interesējās par sudrabainajiem mākoņiem un novēroja tos. Laikrakstā *Ciņa* rakstīts: “Lai veiktu novērojumus, Robertam nācās braukt uz Tautas observatoriju Siguldā. Regulāri trīs reizes nedēļā Roberts pirka biļeti braucienam uz Siguldu, ap astoņiem vakarā nokļuva tur, sagatavoja ierīces un desmitos nostājās sardzē. Pavadījis bezmiega nakti, viņš agri no rīta atgriezās stacijā un katru reizi modināja neapmierinātās pavadones Tallinas–Rīgas vilcienā (citi vilcieni šai stundā negāja). Drīz vien pavadones pierada pie neparastā pasažiera, vienīgā šai stacijā, kur

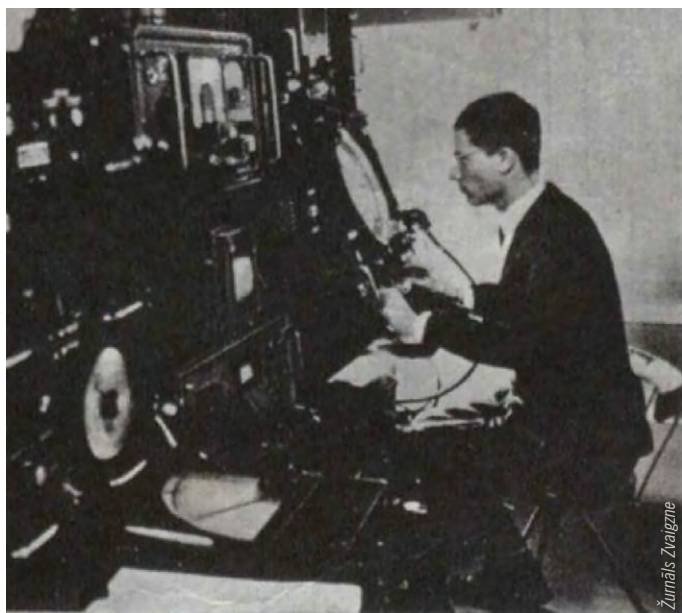
vilciens pieturēja tikai īsu brīdi. Viņš tik labi izpētīja sudrabainos mākoņus, ka varēja tos pamanīt pat no autobusa loga apgaismotā pilsētā.”

1962. gadā *Zvaigžņotajā Debesī* publicēta Vītoliņša rakstīta īsa ziņa par sudrabaino mākoņu kustību. Tā paša gada vasarā vienu mēnesi viņš pavadīja praksē un vēl mēnesi strādāja par vecāko mehāniķi Astrofizikas laboratorijā Baldonē. Taču viņa sadarbība ar laboratoriju sākās krietni agrāk. Laikrakstā *Ciņa* rakstīts: “Latvijas PSR Zinātņu

akadēmijas Astrofizikas laboratorijā ienāca divpadsmitgadīgs zēns un piedāvāja savus pakalpojumus. Pret viņu izturējās ar ziņkāri un izbrīnu, tomēr uzdeva novērot Cefeja zvaigznāja deltu – tādā mērā izpētītu mainīgzvaigzni, ka tā jau bija devusi nosaukumu cefeidām – grupai līdzīgu zvaigžņu. Tieši gadu katru nakti Roberts brīvprātīgi devās uz satikšanos ar naksnīgajām debesīm un noteiktajā stundā izdarīja atzīmes novērojumu žurnālā. Pēc tam ieradās laboratorijā un ziņoja: viss kārtībā, brīžiem tā deg skaidri, brīžiem vājāk.”

Par jauno talantu ieinteresējās vietējā un centrālā prese, 1964. gadā, kad Robertam bija 17 gadi, viņu nosauca par “zvaigžņu puisēnu”. Tajā laikā Roberts kopā ar māti dzīvoja Ogrē. Laikraksta *Ciņa* žurnālists rakstīja: “Uz sliekšņa izstīdējais zēns ar blondu matu cekulu. Ar neslēptu ziņkāri, aiz apjukuma nosarcis, viņš raugās mani, jo esmu jau paguvis paziņot sava brauciena mērķi. Ieejam istabā, un tikai tur kļūst skaidra vārdu “iekārtojais mājas observatoriju” jēga. Pareizāk to uzskatīt par radioobservatoriju vai pat teleobservatoriju: pēc paša shēmas pārveidots

ROBERTS VĪTOLIŅŠ TIK LABI PAZINA
SUDRABAINOS MĀKOŅUS, KA VARĒJA
TOS PAMANĪT PAT NO AUTOBUSA LOGA
APGAISMOTĀ PILSĒTĀ.



Roberts Vītoliņš savā mājas laboratorijā Ogrē 1968. gadā

Žurnāls Zvaigzne



ROBERTA VĪTOLNIEKA “TELEOBSERVATORIJĀ” BIJA PĒC PAŠA SHĒMAS PĀRVEIDOTS TELEVIZORS UN CITA APARATŪRA, PIE SIENĀM IZVIETOTAS ASTRONOMISKAS KARTES.

televizors ar neparastām piebūvēm, pie sienām astronomiskās kartes, uz galda desmitiem grāmatu un žurnālu.”

Šajā laikā Roberts ievēroja, ka ļoti tālas televīzijas pārraides iespējams uztvert tad, kad jonosfērā parādās tā sauktais jonizētais E_s slānis, kas atstaro ultrašviļņus ar frekvenci līdz 30 megaherciem. Drīz viņš konstatēja, ka 2–3 dienas pēc šādu apstākļu iestāšanās pie debesīm parādās sudrabainie mākoņi. Šī saistība guva

apstiprinājumu novērojumos, kurus viņš atkārtoja desmitiem reižu. Lai varētu labāk veikt uztveršanu, pie savas mājas viņš uzstādīja 15 metrus augstu antenu. 1964. gadā viņš kļuva par PSRS Zinātņu akadēmijas Zemes magnētisma, jonosfēras un radioviļņu izplatīšanās zinātniski pētnieciskā institūta ārštata līdzstrādnieku, piedalījās novērojumu programmā *Komēta*. No Maskavas viņam atsūtīja aparatūru, kas bija

izveidota uz radiolokācijas stacijas bāzes un ļāva noteikt ne tikai E_s slāņa mākoņa azimutu attiecībā pret novērojumu staciju, bet arī augstumu.

Tajā laikā Astrofizikas laboratorijā Baldones Riekstukalnā bija uzstādīta Zemes magnētisma, jonosfēras un radioviļņu izplatīšanās zinātniski pētnieciskā institūta antena tā saukto svelpjošo atmosfēriķu reģistrēšanai. Svelpjošos atmosfēriķus rada elektromagnētiskie viļņi, kas rodas zibens izlādēs, un tos var izmantot jonosfēras izpētē. Laboratorijas vadītājs Jānis Ikaunieks griebeja attīstīt šo pētījumu virzienu, tāpēc laboratorijas darbā iesaistīja Robertu Vītoliņku, kurš no 1965. gada



Žurnāls Zvaigznote Debess

Antena TV pārraižu uztveršanai pie Roberta mājas Ogrē 1966. gadā





Antarktīdas polārā stacija *Molodjoznaja* 1975. gadā

decembra līdz 1970. gada augustam strādāja par radiotehniķi. Cik saprotams, viņa galvenais uzdevums bija veikt novērojumus savā Ogres uztveršanas punktā.

PIRMAIS LATVIEŠU PĒTNIEKS ANTARKTĪDĀ

1965. gadā Roberts sāka neklātienes studijas Vissavienības Elektrotehniskā sakaru institūta Radio fakultātē. 1968. gadā viņš mācījās neklātienē arī Maskavas Valsts universitātes Filozofijas fakultātes otrajā kursā, bet studijas nācās pārtraukt, jo viņš saņēma uzaicinājumu piedalīties 14. PSRS Antarktiskajā ekspedīcijā, un Astrofizikas laboratorija komandēja viņu no 1968. gada oktobra līdz 1970. gada februārim piedalīties tajā.

Šķiet, ka, neraugoties uz vājo veselību, Robertam pieņēma piedzīvojumu meklētāja

gars. 1965. gada 21. oktobrī kopā ar dažiem domubiedriem viņš mēģināja filmēt Ikeijas-Seki komētu no nelielas lidmašīnas, jo novērojumus no zemes nevarēja veikt mākoņu dēļ. Ieraudzīt komētu gan neizdevās, jo debesīs parādījās augstie spalvu mākoņi, virs kuriem lidmašīna pacelties nevarēja. 1968. gada 22. septembrī Roberts kopā ar četriem citiem Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas biedriem novēroja pilnu Saules aptumsumu Karas jūrā uz kuģa *Teodors Nette*, kas tajā laikā atradās braucienā no Arhangeļskas uz

Dudinku. Viņi veica Saules spožuma novērojumus un jonsfēras jonizācijas pakāpes izmaiņu radionovērojumus.

Žurnālists Kārlis Pakalns, kurš arī piedalījās ekspedīcijā uz Antarktīdu, norāda, ka Roberts Vītolnieks bija jaunākais polārās ekspedīcijas dalībnieks un pirmais latviešu zinātnieks, kas ziemojis Antarktīdā. Pakalns rakstīja: "Puisim bija tikai 21 gads. Sava nelielā un kalsnā auguma dēļ viņš atgādināja vidusskolas audzēkni. Gribēdams izlikties nedaudz vecāks par saviem gadiem, Roberts uzaudzēja bitla frizūru. Taču efekts iznāca pretējs. Ar garajiem

LIELAJĀ POLĀRPĒTNIEKU SAIMĒ ROBERTS VĪTOLNIEKS DRĪZ IEGUVA AUTORITĀTI UN PATIESU CIĒŅU.

KĀDĀ PĀRGĀJIENĀ PA ANTARKTĪDAS LEDĀJIEM BIJA REDZAMAS ZAĻAS DEBESIS, KURAS PĀRKLĀJA SPILGTI ROZĀ UN VIOLETU MĀKOŅU GRĪSTES.

matiem viņš izskatījās vēl zēniskāks. Bet drīz arī tāpat "kuģa bītlis" lielajā polārpētnieku saimē ieguva autoritāti un patiesu cieņu. Brauciens ar motorkuģi *Profesors Zubovs* uz Antarktīdu ilga gandrīz pusotru mēnesi. Roberts nolasīja vairākas zinātniskas lekcijas, kuru dziļais saturs pārsteidza daudzus. Nu vīri runāja: "Tam puisim ir galva uz pleciem.""

Roberts Vitolnieks ziemoja polārajā stacijā *Molodjožnaja*, kas tolaik bija viena no lielākajām visā Antarktīdā. Laikrakstā *Dzimtenes Balss* viņš stāstīja: "Tā ir nozīmīga un moderna zinātniskās pētniecības bāze. Pavisam tur ziemoja 99 cilvēki. Dažādu nozaru speciālisti veica plašu pētījumu programmu. Mans uzdevums bija risināt radioviļņu izplatības un sudrabaino jeb mezosfēras mākoņu problēmas. Man bija labi iekārtota laboratorija."

Ne vienmēr viss ritēja gludi. Žurnālā *Zvaigzne* viņš teicis: "Manas dežūras laikā laboratorijas furgonu, kurā strādāju, pēkšņi satricināja mežonīgi sitieni. Aparāti sāka lēkāt statņos, un suns, kurš gulēja tamburā, smilksnot metās zem galda. Triecienu sekoja cits citam. Nesaprotot to cēloni, piesardzīgi pavēru

lūku, lai paraudzītos laukā. Zilganajā rītausmā manā acu priekšā no radiocentra būvvietas vētra jauca un nesa pa gaisu kā papīra lapas vairākus kvadrātmetrus lielas tērauda grīdas plates, triekdama pret furgonu, kas atradās to ceļā. Vēlāk izrādījās, ka dažas plates bija izsītušas pamatīgus caurumus furgona sienā."

Viņš arī aprakstīja iespaidīgās Antarktīdas ainavas: "Pēc marta saulgrīziem dienas sāka raukties aizvien īsākas, līdz beidzot saules ripa vairs nebija redzama virs horizonta pat pusdienā. Tikai aizsalstošā okeāna melnajos viļņos spocīgajā krēslā vietām spīd asinsarkanu aisbergu kontūras. Šķiet, ka neatrodies vairs uz Zemes, bet gan uz svešas planētas. Savdabīgās atmosfēras īpašības brīžiem liek debesīm kvēlot visfantastiskākajos toņos. Kādreiz, atgriežoties no pārgājiena uz Kempbela glečeru Molodjožnajas tuvumā, gadījās novērot zaļas debesis, pārklātas spilgti rozā un violetu mākoņu grīstēm."

Pēc atgriešanās Latvijā 1970. gada sākumā Vitolnieks izmantoja trīs mēnešus ilgo paredzēto atvaļinājumu, bet darbā Astrofizikas laboratorijā vairs neatgriezās. 1975. gadā viņš vēl bija



Roberts Vitolnieks atceļā no Antarktīdas

sastopams Latvijā, uzstājās kādā skolā ar stāstījumu par ekspedīciju, bet vēlāk pārcēlās dzīvot uz Ļeņingradu Krievijā. Turpmāku ziņu ir maz.

Viņa māte Esmeralda, kas 1997. gadā turpināja apsaimniekot māju Ogrē, nezināja, kur īsti Krievijā viņas dēls dzīvo, bet domāja, ka viņš ir saistīts ar kosmosa pētījumiem.

Roberta avantūrista gars un interese par vēsturi laika gaitā ieguva kuriozu pavērsienu. Par Vitolnieku daudz runāja 1995. gadā, kad viņš gribēja panākt Kurzemes hercogistes atjaunošanu, uzskatot, ka Kurzemes valsts ir okupēta un vardarbīgi iekļauta "pseidovalstiskajā" Latvijā. Laikraksts *Neatkarīgā Čīna* rakstīja:

"Krievijas Valsts Domes preses konferenču zālē žurnālistu priekšā stājās kazaku ģenerāļa formā tērptais Kurzemes troņa viettraudzis kņazs Čartorijskis, hercogs Roberts Vitolnieks." Viņš solīja, ka Kurzeme uzplauks, tiks atjaunota galvaspilsēta Mītava, universitāte un akadēmija. 🍀



Čomsongdē – iespējams, pasaulē senākā saglabājusies observatorija

Čomsongdē (*Cheomseongdae*) ir 7. gadsimtā celts observatorijas tornis, kas atrodas Jondžu (*Gyeongju*) pilsētā Dienvidkorejā. Šī bija toreizējās Sil-las karalistes (57. p. m. ē.–935.)

galvaspilsēta, kur atrodas daudzu valdnieku kapenes un citi vēsturiski objekti.

Nosaukums Čomsongdē nozīmē – platforma, godbijībā vērojot zvaigznes. Celtne stāv jau kādus 1400 gadus,

kaut gan tās instrumenti nav saglabājušies. To uzskata par senāko astronomiskās observatorijas celtni Āzijā, varbūt pat visā pasaulē. Jondžu pilsēta bija pazīstama kā zinātnes centrs, īpaši



matemātikā, astronomijā un astroloģijā, tur tika veidotas apjomīgas zvaigžņu kartes.

Senos tekstos minēts, ka Čomsongdē uzcēla karalienes *Seondeok* otrajā valdīšanas gadā (633. gadā). Lēmums par celtniecību esot pieņemts, kad viņa bija tikai princese. Viņa vēlējās, lai astronomijas zināšanas būtu pieejamas visiem, ne tikai karaliskajam galmam. Šī vēlme saniknoja daudzus augstmaņus, kuri nepiedalījās atklāšanā. Viņas devīze "Astronomija visiem" (*Astronomy for all*) tika izvēlēta par XXXI Starptautiskās Astronomijas savienības

Ģenerālās asamblejas moto. Asambleja 2022. gadā noritēja Dienvidkorejas pilsētā Pusanā.

Deviņus metru augstais tornis celts no 365 granīta ķieģeļiem, kas izvietoti 27 līmeņos. Ļoti ticams, ka ķieģeļu skaits apzīmē dienu skaitu gadā un līmeņu skaits – Sillas valdnieku numerāciju, jo karaliene *Seondeok* bija 27. valdniece. Torna logs ir vērsts pret dienvidiem, ar 12 akmens rindām zem un virs tā, kas, visticamāk, apzīmē mēnešu skaitu gadā. Celtnes augšdaļā acīmredzot varēja uzkāpt pa iekšpusi, izmantojot kāpnes, kuras atslēja pret nedaudz uz āru izvīzītiem

akmeņiem. Celnē apvienotas apaļas un kvadrātiskas formas, tradicionāli simbolizējot apaļās debesis un stūraino zemi. Kas atradies uz platformas, precīzi nav zināms. Tas varēja būt kāds saules pulkstenis, armilārā sfēra vai kāda cita ierīce zvaigžņu, planētu, Saules un Mēness koordinātu noteikšanai debesis. 🌟

Adrese: 140-25, Cheomseong-ro, Gyeongju-si, Gyeongsangbuk-do
Atvērts: 9.00–22.00, ziemā 9.00–21.00.
Ieeja: bez maksas.



DEBESS SPĪDEKLI 2023. gada rudenī



Zvaigžņotās debess izskats dienvidu pusē 20. oktobrī plkst. 24.00 un 20. novembrī plkst. 22.00

Šogad rudens ekvinoxijas brīdis būs 23. septembrī plkst. 9.50. Saule ieies Svaru zodiaka zīmē, un sāksies astronomiskais rudens. Šajā brīdī Saule pāries no debess sfēras ziemeļu puslodes uz dienvidu puslodi, un dienas kļūs īsākas par naktīm. Ziemas saulgrieži 2023. gadā būs 22. decembrī plkst. 5.28. 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.

Rudens debesīs visvairāk izceļas Pegaza un Andromedas kvadrāts. Tāpēc tieši šos zvaigznājus var uzskatīt par raksturīgākajiem rudens zvaigznājiem, lai arī tajos nav spožāku zvaigžņu par 2. zvaigžņlielumu. Arī Auna,

Trijstūra, Zivju, Valzivs, Mazā Zirga un Ūdensvīra zvaigznājos nav spožu zvaigžņu.

Andromedas zvaigznājā atrodas slavenais Andromedas miglājs (M31). To iespējams saskatīt pat ar neapbruņotu aci. Līdzīgs miglājs (galaktika) M33 ar binokli saskatāms Trijstūra zvaigznājā. Spoža lodveida zvaigžņu kopa M2 aplūkojama Ūdensvīra zvaigznājā un

līdzīga zvaigžņu kopa M15 – Pegaza zvaigznājā.

PLANĒTAS

Rudens sākumā **Merkuram** būs liela rietumu elongācija (~18°). Tāpēc līdz septembra beigām to varēs ieraudzīt rītos, neilgu laiku pirms Saules lēkta, zemu pie horizonta, dienvidaustrumos. Turklāt tam būs diezgan liels redzamais spožums, -0^m,5. 20. oktobrī Merkurs nonāks augšējā konjunkcijā ar Sauli (aiz tās). Tāpēc oktobrī un novembra pirmajā pusē tas nebūs redzams. 4. decembrī Merkurs atradīsies maksimālajā austrumu elongācijā (21°). Tomēr novembra otrajā pusē un decembrī vakaros Merkura novērošana būs apgrūtināta. 14. oktobrī plkst. 11^h Mēness paies garām 1,5° uz leju, 14. novembrī plkst. 15^h 2,5° uz leju un 14. decembrī plkst. 7^h 5° uz leju no Merkura.

2023. gada rudenī **Venera** būs ļoti labi novērojama. 24. oktobrī tā atradīsies maksimālajā rietumu elongācijā (46°). Tāpēc visu rudeni tā lēks vairākas stundas pirms Saules un spoži spīdēs austrumu, dienvidaustrumu pusē. Veneras redzamais spožums oktobra beigās būs -4^m,4. 10. oktobrī plkst. 17^h Mēness paies garām 5° uz augšu, 9. novembrī plkst. 12^h Mēness aizklās Veneru un 9. decembrī plkst. 16^h paies 4° uz leju no Veneras.

Visu rudeni **Mars** atradīsies mazā leņķiskā attālumā no Saules, jo 18. novembrī

nonāks konjunkcijā ar Sauli, līdz ar to tā novērošana nebūs iespējama. 15. oktobrī plkst. 18^h Mēness paies garām 2° uz leju, 13. novembrī plkst. 14^h 3° uz leju un 12. decembrī plkst. 12^h 4° uz leju no Marsa.

Pašā rudens sākumā **Jupiters** būs ļoti labi novērojams visu nakti. 3. novembrī Jupiters nonāks opozīcijā. Tāpēc oktobrī un novembrī tas būs ļoti labi redzams visu nakti. Spožums būs ļoti liels -2^m,8! Arī decembrī tas būs labi redzams gandrīz visu nakti, izņemot rīta stundas. Visu rudeni Jupiters atradīsies Auna zvaigznājā. 2. oktobrī plkst. 4^h Mēness paies garām 2° uz augšu, 29. oktobrī plkst. 8^h 2° uz augšu un 25. novembrī plkst. 11^h 2° uz augšu no Jupitera.

Pašā rudens sākumā **Saturns** būs novērojams lielāko nakts daļu, izņemot rīta stundas, zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē. Tā spožums

šajā laikā būs +0^m,5. Oktobrī planēta redzama nakts pirmajā pusē. Novembrī un decembrī Saturns būs redzams vakaros vairākas stundas pēc Saules rieta. Visu šo laiku Saturns atradīsies Ūdensvīra zvaigznājā. 27. septembrī plkst. 6^h Mēness paies garām 3° uz leju, 24. oktobrī plkst. 12^h 3° uz leju, 20. novembrī plkst. 17^h 3° uz leju un 18. decembrī plkst. 1^h 3° uz leju no Saturna.

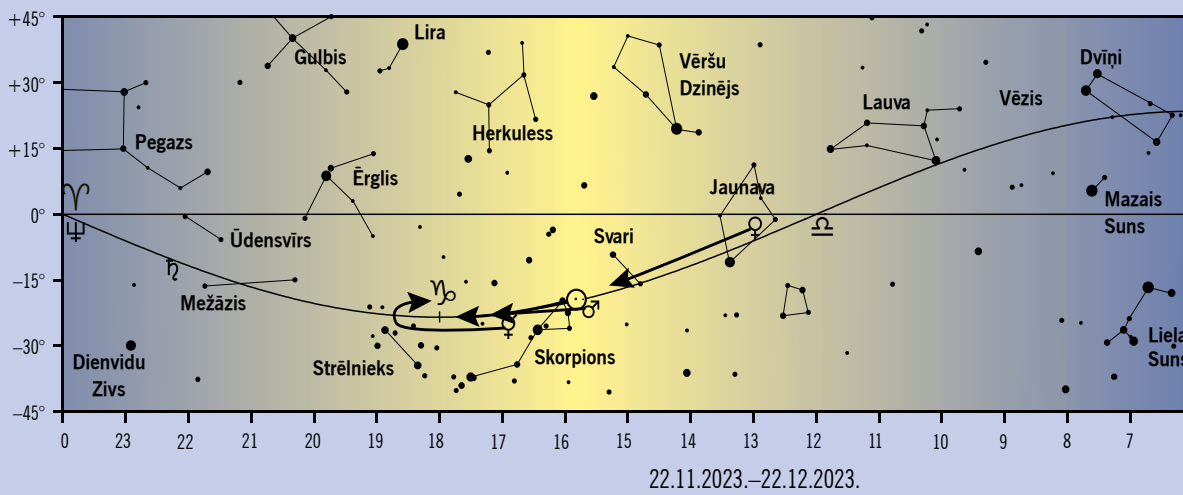
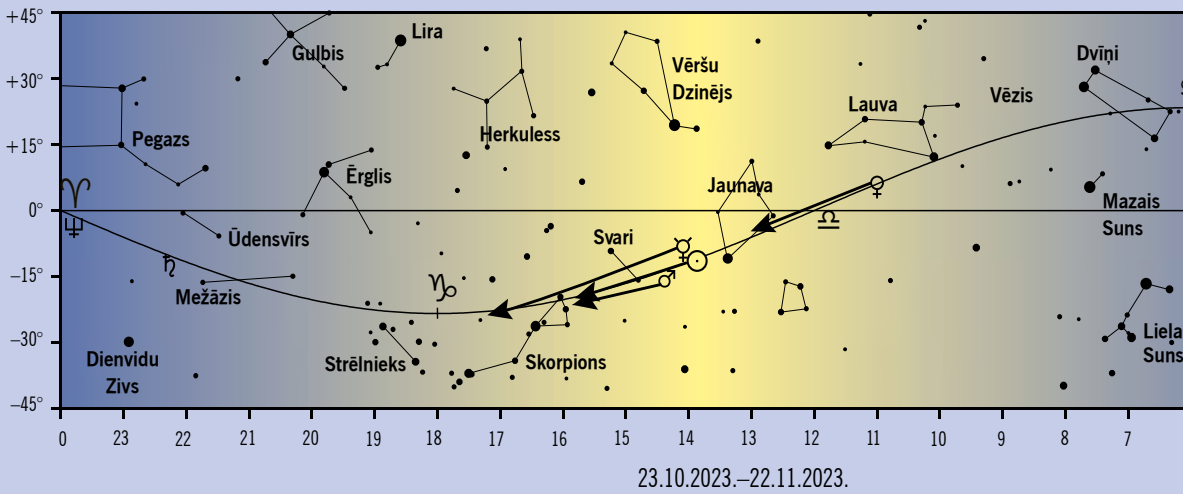
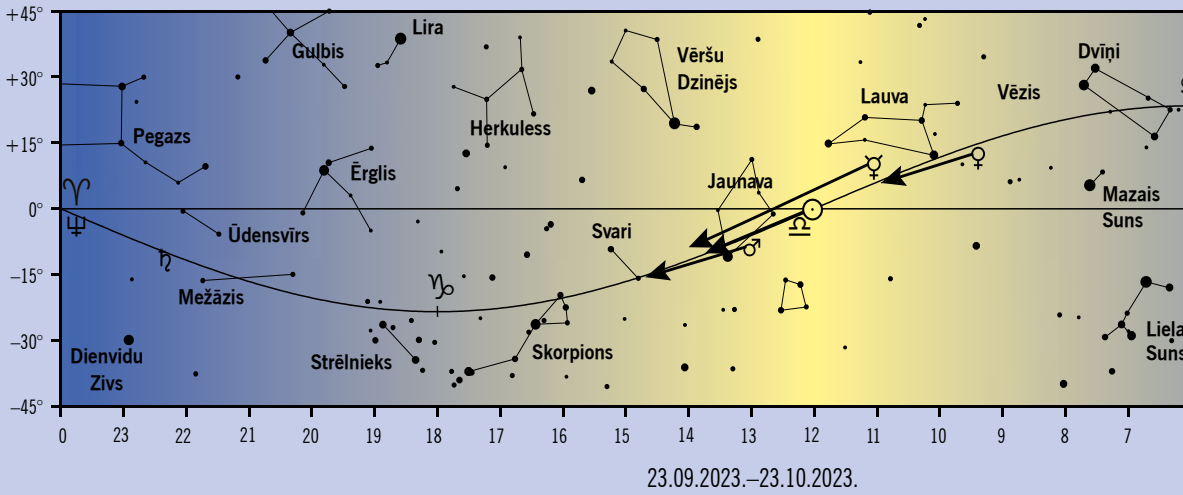
Rudens sākumā, oktobrī un novembrī **Urāns** būs labi novērojams visu nakti, jo 13. novembrī atradīsies opozīcijā. Tā spožums šajā laikā sasniegs +5^m,6. Decembrī tas būs redzams nakts lielāko daļu, izņemot rīta stundas. Visu šo laiku Urāns atradīsies Auna zvaigznājā. 2. oktobrī plkst. 19^h Mēness paies garām 2° uz augšu, 30. oktobrī plkst. 2^h 2° uz augšu un 26. novembrī plkst. 10^h 2° uz augšu no Urāna.

MAZĀS PLANĒTAS

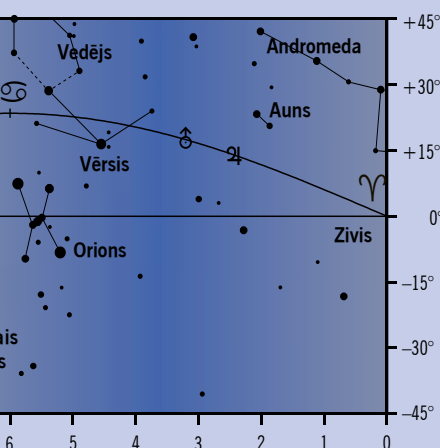
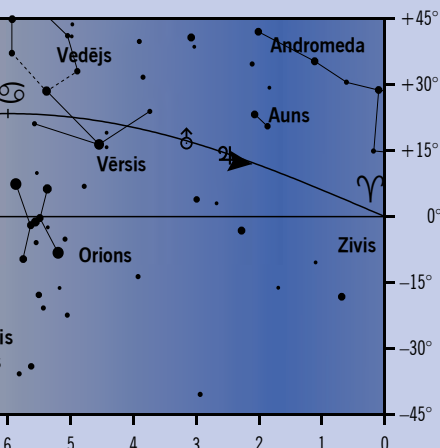
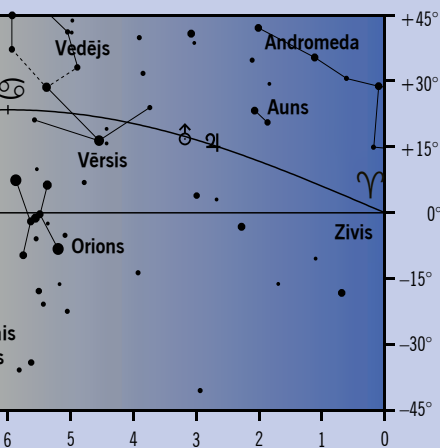
2023. gada rudenī opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožākas par +9^m būs piecas mazās planētas – Vesta (4), Flora (8), Metīda (9), Melpomene (18) un Amfitrite (29).

Vesta

Datums	Rektascensija	Deklinācija	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
23.09.	6 ^h 08 ^m	+19°04′	2,412	2,571	8,3
3.10.	6 ^h 17 ^m	+19°02′	2,282	2,572	8,1
13.10.	6 ^h 24 ^m	+19°00′	2,152	2,573	8,0
23.10.	6 ^h 28 ^m	+19°00′	2,027	2,573	7,8
2.11.	6 ^h 30 ^m	+19°03′	1,909	2,573	7,6
12.11.	6 ^h 29 ^m	+19°12′	1,802	2,572	7,4
22.11.	6 ^h 25 ^m	+19°25′	1,712	2,571	7,2
2.12.	6 ^h 17 ^m	+19°44′	1,643	2,570	7,0
12.12.	6 ^h 08 ^m	+20°08′	1,599	2,568	6,7
22.12.	5 ^h 57 ^m	+20°33′	1,583	2,566	6,4



Saules šķietamais ceļš 2023. gada rudenī kopā ar planētām. Uz zilā fona parādītie spīdekļi redzami naktī



Flora

Datums	Rektascensija	Deklinācija	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
23.09.	22 ^h 12 ^m	-20°35'	1,043	1,963	9,0
3.10.	22 ^h 08 ^m	-20°50'	1,095	1,948	9,3

Metīda

Datums	Rektascensija	Deklinācija	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
22.11.	6 ^h 29 ^m	+25°07'	1,222	2,094	9,3
2.12.	6 ^h 23 ^m	+25°51'	1,165	2,095	9,0
12.12.	6 ^h 14 ^m	+26°36'	1,129	2,098	8,7
22.12.	6 ^h 03 ^m	+27°15'	1,119	2,101	8,4

Melpomene

Datums	Rektascensija	Deklinācija	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
23.09.	3 ^h 20 ^m	+2°57'	0,984	1,796	8,7
3.10.	3 ^h 23 ^m	+1°15'	0,929	1,799	8,5
13.10.	3 ^h 22 ^m	-0°34'	0,888	1,804	8,3
23.10.	3 ^h 18 ^m	-2°18'	0,864	1,811	8,1
2.11.	3 ^h 11 ^m	-3°42'	0,860	1,821	8,0
12.11.	3 ^h 02 ^m	-4°34'	0,876	1,831	8,1
22.11.	2 ^h 55 ^m	-4°47'	0,912	1,844	8,3
2.12.	2 ^h 49 ^m	-4°21'	0,968	1,858	8,6
12.12.	2 ^h 46 ^m	-3°20'	1,040	1,874	8,8
22.12.	2 ^h 47 ^m	-1°54'	1,127	1,891	9,1

Amfitrīte

Datums	Rektascensija	Deklinācija	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
23.09.	0 ^h 36 ^m	+5°49'	1,441	2,433	9,1
3.10.	0 ^h 27 ^m	+5°21'	1,426	2,426	8,8
13.10.	0 ^h 18 ^m	+4°50'	1,438	2,420	9,1
23.10.	0 ^h 10 ^m	+4°22'	1,477	2,415	9,4

KOMĒTAS

2023. gada 12. oktobrī perihēlijā atradīsies Hārtlija komēta (103P/Hartley). Rudenī to varēs novērot ar binokli vai teleskopu. 2023. gada 22. oktobrī perihēlijā atradīsies Enkes komēta (2P/Encke). Oktobrī tā būs novērojama ar binokli vai teleskopu.

103P/Hartley

Datums	Rektascensija	Deklinācija	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
23.09.	5 ^h 38 ^m	+37°20'	0,384	1,098	7,2
3.10.	6 ^h 43 ^m	+29°26'	0,387	1,072	7,0
13.10.	7 ^h 31 ^m	+20°38'	0,407	1,064	7,1
23.10.	8 ^h 06 ^m	+12°24'	0,438	1,074	7,3
2.11.	8 ^h 31 ^m	+5°17'	0,473	1,101	7,7
12.11.	8 ^h 49 ^m	-0°40'	0,508	1,144	8,2
22.11.	9 ^h 00 ^m	-5°32'	0,540	1,200	8,7

Datums	Rektascensija	Deklinācija	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
23.09.	9 ^h 11 ^m	+26°26'	0,901	0,779	9,6
3.10.	10 ^h 35 ^m	+16°34'	0,936	0,597	8,0
13.10.	11 ^h 50 ^m	+4°40'	1,067	0,423	6,0
23.10.	13 ^h 06 ^m	-7°35'	1,259	0,340	5,0

APTUMSUMI

Gredzenveida Saules aptumsums 14. oktobrī

Šis aptumsums būs redzams ASV, Meksikā, Belizā, Hondurasā, Nikaragvā, Kostarikā, Panamā, Kolumbijā un Brazīlijā. Daļējā fāze – Ziemeļamerikā, Dienvidamerikā, Klusajā okeānā un Atlantijas okeānā. Latvijā aptumsums nebūs redzams.

Daļējs Mēness aptumsums 28. oktobrī

Šis aptumsums būs redzams Eiropā, Āzijā, Āfrikā un Indijas okeānā. Aptumsuma maksimumā daļējās fāzes lielums būs 0,122, ēnā atradīsies neliela Mēness diska daļa. Latvijā būs redzams viss aptumsums. Aptumsuma gaita Latvijā:

- pusēnas aptumsuma sākums – 21.02,
- daļējās fāzes sākums – 22.35,
- maksimālā fāze (0,122) – 23.14,

- daļējās fāzes beigas – 23.53,
- pusēnas aptumsuma beigas pēc pusnakts – 1.26.

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā

Perigejā: 28. septembrī plkst. 4^h; 26. oktobrī plkst. 6^h; 21. novembrī plkst. 23^h; 16. decembrī plkst. 21^h.

Apogejā: 10. oktobrī plkst. 7^h; 5. novembrī plkst. 11^h; 5. decembrī plkst. 8^h.

Mēness fāzes

- Jauns: 14. oktobrī 20^h55^m; 13. novembrī 11^h27^m; 13. decembrī 1^h32^m.
- Pirmais ceturksnis: 22. oktobrī 6^h29^m; 20. novembrī 12^h50^m; 19. decembrī 20^h39^m.
- Pilnmēness: 29. septembrī 12^h57^m; 28. oktobrī 23^h24^m; 27. novembrī 11^h16^m.

- Pēdējais ceturksnis: 6. oktobrī 16^h48^m; 5. novembrī 10^h37^m; 5. decembrī 7^h49^m.

METEORI

Drakonīdas. Plūsmas aktivitātes periods ir no 6. līdz 10. oktobrim. Maksimums 2023. gadā gaidāms 8./9. oktobra naktī rīta pusē. Plūsma ir mainīga, un tās intensitāti ir grūti prognozēt.

Orionīdas. Plūsmas aktivitātes periods ir no 2. oktobra līdz 7. novembrim. Maksimums 2023. gadā gaidāms 22. oktobrī, kad stundas laikā var būt novērojami apmēram 20 meteori.

Leonīdas. Šīs plūsmas aktivitātes periods ir no 6. līdz 30. novembrim. 2023. gadā maksimums gaidāms 18. novembrī rīta pusē. Plūsmas aktivitāti ir grūti prognozēt, tomēr ir iespējami brīži ar samērā lielu meteoru intensitāti, apmēram 10–20 meteori stundā.

Geminīdas. Pieskaitāma pie aktīvākajām un stabilākajām meteoru plūsmām. Tā novērojama laikā no 4. līdz 17. decembrim. Šogad maksimums gaidāms 14./15. decembra naktī, kad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteorus stundā.

Mēness aizklāj spožākās zvaigznes un planētas

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
18.10.	Antares	1 ^m ,1	16 ^h 31 ^m	17 ^h 35 ^m	7°–5°	15%
9.11.	Venera	-4 ^m ,4	11 ^h 51 ^m	13 ^h 06 ^m	26°–18°	15%
7.12.	Jaunavas Ēta	3 ^m ,9	3 ^h 06 ^m	3 ^h 47 ^m	11°–16°	33%

Laiki aprēķināti Rīgai. Pārējā Latvijā aizklāšanas laika nobīde var sasniegt 5 minūtes uz vienu vai otru pusi.

ABONĒ ŽURNĀLU ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

UN ARĪ TURPMĀK UZZINI PAR
JAUNĀKAJIEM ATKLĀJUMIEM ASTRONOMIJĀ!

ABONĒ LATVIJAS PASTA NODAĻĀS VAI INTERNETĀ: PASTS.LV
ABONĒŠANAS INDEKSS LATVIJAS PASTĀ: 2214

ŽURNĀLS IZNĀK ČETRAS REIŽES GADĀ: MARTĀ, JŪNIJĀ, SEPTEMBRĪ UN DECEMBRĪ
2023. gada abonementa cena 9,00 EUR

ABONĒ LATVIJAS PASTA NODAĻS VAI INTERNETĀ: PASTS.LV

ABONĒŠANAS INDEKSS LATVIJAS PASTĀ: 2214



ISSN 0135-129X



9 770135 129006 >

Cena 3,00 €