



ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ
АСТРОНОМСКО ДРУШТВО "РУЂЕР БОШКОВИЋ"
БЕОГРАД ✦ ✦ **УДК 52 (05)** ✦ ✦ **ISSN 0506-4295**

**ГЕОЛОШКА ИСТОРИЈА
МАРСА**

#

**НОБЕЛОВА НАГРАДА
ЗА ФИЗИКУ 2020. И
НАШИ ИСТРАЖИВАЧИ**

#

**СТАРИ АСТРОНОМСКИ
ИНСТРУМЕНТИ**

#

**ПОСМАТРАЊЕ
КОНЈУНКЦИЈЕ
ЈУПИТЕРА И САТУРНА**

#

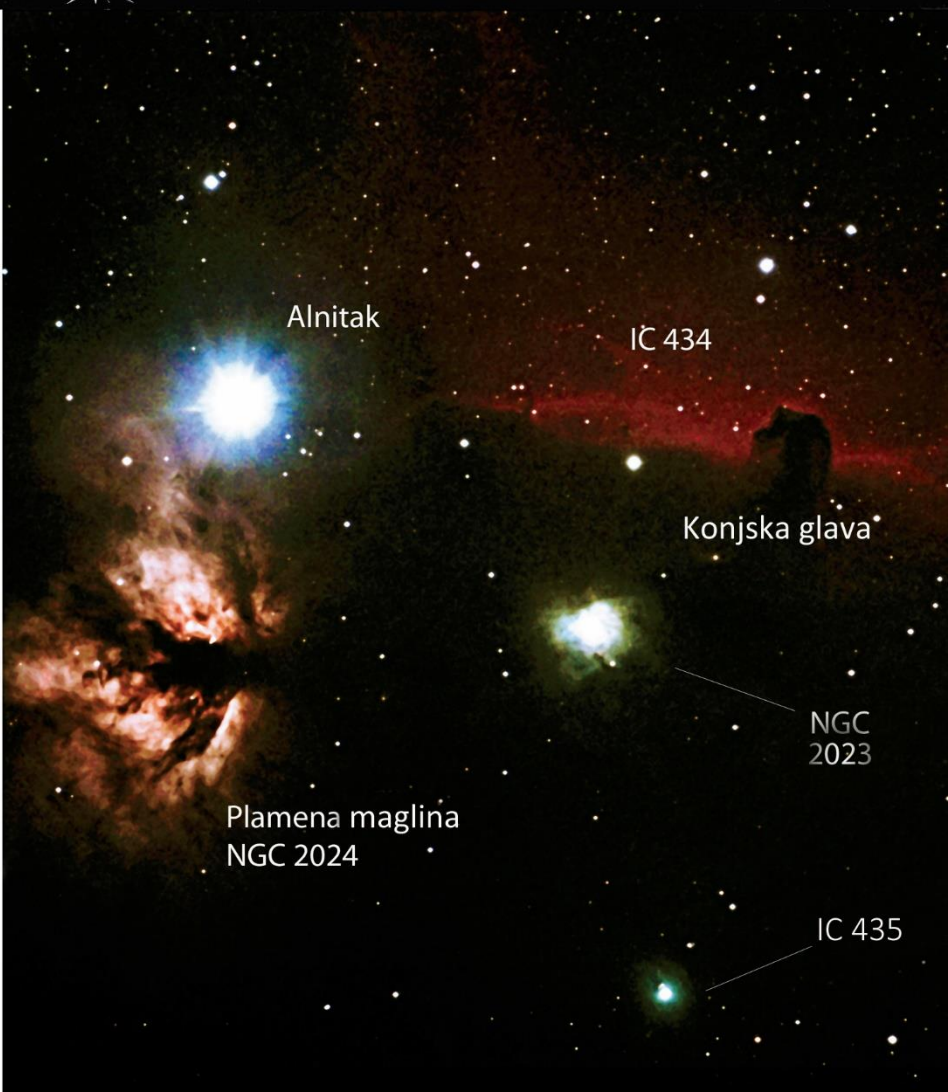
**АСТРОНОМСКЕ
ПОЈАВЕ У 2021.**

#

**IN MEMORIAM:
ИЛИЈА ЛУКАЧЕВИЋ
ВИКТОР АФАНАСЈЕВ**

2021. 1-2

**ГОДИНА LXIII
КЊИГА XVI**



Alnitak

IC 434

Konjska glava

NGC
2023

Plamena maglina
NGC 2024

IC 435

Bulletin of the Astronomical Society "Ruder Bošković"
Address: Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji grad 16, 11 000 Belgrade, Serbia

САДРЖАЈ

Милица Ракић: <i>Геолошка историја Марса</i>1
Весна Борка Јовановић, Душко Борка, Предраг Јовановић: <i>Нобелова награда за физику за 2020. годину и историја живота код нас</i>16
Милан Миљушевић: <i>Древни астрономски инструменти старих Грка и њихових наследника</i>21
Жарко Мијајловић: <i>Велика конјункција Јупитера и Сатурна 2020</i>28
Милан С. Димитријевић: <i>Помрачења, конјункције планета и годишња доба 2021</i>32
Бојан Арбутина: <i>Проф. Илија Лукачевић (1935–2020)</i>36
Жарко Мијајловић, Слободан Нинковић: <i>Сећање на Илију Лукачевића (1935–2020)</i>40
Лука Ч. Поповић, Драгана Илић, Анђелка Ковачевић: <i>Виктор Леонидович Афанасјев (1.5.1947–21.12.2020)</i>41
Лука Ч. Поповић: <i>Сећање на Виктора Л. Афанасјева</i>45
Никола Цветковић: <i>Космички цвет разговора и промишљања</i>48
М. С. Димитријевић: <i>Облици спектралних линија у астрофизици и сродне теме (Spectral Line Shapes in Astrophysics and Related Topics)</i>52
Зорица Прњат: <i>Сунчани часовници – радови студената Географског факултета</i>54
Милан С. Димитријевић: <i>Лирска Звездара Смањане Буковић</i>56

CONTENTS

Milica Rakić: <i>Geological History of Mars</i>1
Vesna Borka Jovanović, Duško Borka, Predrag Jovanović: <i>Nobel Prize for Physics for 2020 and Research in our Country</i>16
Milan Miljušević: <i>Old Astronomical Instruments of the Ancient Greeks and their Successors</i>21
Žarko Mijajlović: <i>Great Conjunction of Jupiter and Saturn 2020</i>28
Milan S. Dimitrijević: <i>Eclipses, Conjunctions of Planets and Seasons in 2021</i>32
Bojan Arbutina: <i>Prof. Ilija Lukačević (1935–2020)</i>36
Žarko Mijajlović, Slobodan Ninković: <i>Remembrance on Ilija Lukačević</i>40
Luka Č. Popović, Dragana Ilić, Anđelka Kovačević: <i>Viktor Leonidovich Afanasiev (1 May 1935 – 21 Dec. 2020)</i>41
Luka Č. Popović: <i>Remembrance on Viktor L. Afanasiev</i>45
Nikola Cvetković: <i>Cosmical Flower of Conversations and Reflections</i>48
M. S. Dimitrijević: <i>Spectral Line Shapes in Astrophysics and Related Topics</i>52
Zorica Prnjat: <i>Sundials – Works of Students of the Faculty of Geography</i>54
Milan S. Dimitrijević: <i>Lyrical Zvezdara of Smiljana Đurović</i>56

др Соња ВИДОЈЕВИЋ

др Миодраг ДАЧИЋ

др Милан С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

(главни и одговорни уредник)

проф. др Драгана ИЛИЋ

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

Милан ЈЕЛИЧИЋ

проф. др Анђелка КОВАЧЕВИЋ

проф. др Жарко МИЈАЈЛОВИЋ

Милан МИЉУШЕВИЋ

Александар ОТАШЕВИЋ

(технички уредник)

проф. др Лука Ч. ПОПОВИЋ

др Владимир СРЕЋКОВИЋ

VASIONA, часопис за астрономију, излази у четири броја годишње. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић“. Адреса уредништва и администрације: Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи град 16, 11 000 Београд; телефон: 011/3032133; e-mail: adrb@adrb.org; URL: <http://www.adrb.org>. Чланарина-претплата за 2021. годину износи 1400 динара, за иностранство 20 евра. Чланарину-претплату слати у корист текућег рачуна број 205-29948-66.

VASIONA, бр. 2021/1–2, година LXIII, књига XVI, стр. 1–60, штампано маја 2021.

штампа: „Скрипта интернационал“, Београд

ГЕОЛОШКА ИСТОРИЈА МАРСА*

Милица Ракић

(Студент астрофизике, Математички факултет, Универзитет у Београду; Београд)

1. Увод

Марс је у модерно доба са добрим разлогом постао актуелна тема научног истраживања. У циљу проучавања његових карактеристика, вулкана и дубоких кањона, слабог магнетног поља, могућности постојања течне воде и живота, као и потенцијала за интерпланетарну колонизацију, технологија се развијала, а наше амбиције све више шириле у правцу Марса. Међутим, иако је ова планета интересантна из више разлога, ретко се говори о историји Марса и томе како је он постао овакав какав је данас. Питања попут: одакле баш толики вулкани, зашто више нема течне воде на његовој површини и ако она постоји где би могла бити и како Марсово орбитално кретање утиче на геолошке услове на површини, само су нека на која тражимо одговоре.

2. Геолошки периоди

Геолошка историја Марса се може поделити на три главна периода, од којих је сваки именован по једном региону на Марсу:

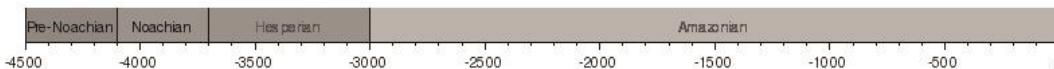
1. Нојевски период (енг. *Noachian*),

2. Хесперијски период (енг. *Hesperian*),
3. Амазонски период (енг. *Amazonian*).

Поред њих (Сл. 1), често се спомиње још један период, Пренојевски (енг. *Pre-Noachian*), иако конкретних доказа за његово постојање нема. Сматра се да је за време овог периода, пре 4,5 милијарди година, кад је и настајала његова кора, Марс претрпео огроман број удара комета и астероида, што је створило данас две рељефно различите хемисфере (појава позната као глобална дихотомија, о којој ће бити више речи у наредним поглављима).

Сматра се да је почетком овог периода иницијална атмосфера, која је настала делом од гасова који су избацивани из Марсовог омотача, а делом од удара астероида и других објеката из међупланетског простора о површину Марса, почела да се хлади, све док се у једном тренутку водена пара из те атмосфере није кондензовала у течну воду, која је у виду океана прекривала део Марсове површине.

Ако је на Марсу икада постојао живот у оном виду у каквом га ми познајемо, претпоставка је да је обитавао у океану (који је настао да се хлади) када је достигнута температура повољна за његов развој – у периоду



Слика 1: Трајање геолошких периода Марса дато у милионима година.

* Семинарски рад из предмета *Опита астрофизика 2* на основним студијама астрофизике, рађен под руководством проф. др Олге Атанацковић.

од пре 4,4–4,3 милијарде година. Након тога, већи део атмосфере, која се састојала од латих елемената, однет је Сунчевим ветром у међупланетарни простор.

Због константног прикупљања нових података, ови временски периоди, њихове границе и карактеристике су подложни променама и адаптацијама.

3. Нојевски период

Овај временски период је добио име по региону на Марсу богатом кратерима и названом *Noachis Terra* (Сл. горе лево на IV стр. корица), што у дословном преводу значи Нојева земља¹.

Најизраженије особине Нојевског периода, у поређењу са каснијим, су: велика количина новонасталих кратера, ерозија, формирање долина и акумулација већег дела висоравни *Tharsis*. За време Нојевског периода Марс је и даље био активно бомбардован мноштвом астероида, који су створили данашње највеће и добро познате кратере и басене. Истовремено је кренула изузетна вулканска активност данас највећих вулкана у Сунчевом систему. Последица свих ових активности је било пуцање Марсове коре и стварање огромне пукотине *Valles Marineris*.

Највећи део вулканске активности је вероватно био концентрисан на висоравни *Tharsis*, ширине 5000 km и висине 9 km, која је до те величине „нарасла” до краја Нојевског периода (Phillips et al, 2001). Скоро на свим осталим деловима површине Марса, највећи део коре је избио на њу услед удара астероида, а знатно мањи део услед јаке вулканске активности. Већину стена из кратера на северној полулопти чине вероватно примарне вулканске стене или вулканске стене избачене након удара. Велика количина поменутог кратерског стења прошла је кроз ерозивне промене водом, што указује на цир-

кулацију течности кроз та подручја. Формирање *Tharsis*-а је као последицу оставило глобалну дисторзију Марсове литосфере, па самим тим и гравитационе аномалије (Phillips et al, 2001). Приближно $3 \cdot 10^8 \text{ km}^3$ стења се акумулирало како би настала висораван *Tharsis*, што је еквивалентно слоју дебљине 2 km који би покрио целу површину Марса.

Снажне вулканске ерупције су избацивале гасове и пепео у атмосферу стварајући тако ефекат стаклене баште, услед чега су површина и атмосфера планете почели да се загревају. Вероватно је то довело до стварања облака и честих и обимних падавина, којима би се могле објаснити разне формације у стенама налик речним коритима, које су откривене у новом добу. Ова чињеница је један снажан аргумент у прилог могућем некадашњем постојању течне воде на површини Марса.

Како је планета, заједно са својом унутрашњошћу, наставила да се хлади, њено магнетно поље је слабило² и више није имало глобални карактер. Зоне погодне за живот су постепено постајале мање и локализоване, све док услови за њихово постојање више нису били присутни.

3.1. Ерозиони процеси

Терени који датирају из Нојевског периода указују на знатно виши ниво ерозије у поређењу са млађим. Док су хесперијски кратери величине до пар километара у пречнику генерално очувани, нојевски кратери пречника и од пар стотина километара имају еродирани обод и парцијално попуњене унутрашњости. Овај контраст указује на осетан пад у ерозионој активности на крају Нојевског периода (Craddock и Howard, 2002).

Голомбек и Брицес су, сумирајући све податке прикупљене о ерозионој активности

¹ Односи се на причу из Библије о Нојевој барци.

² Магнетно поље је генерисано динамо механизмом: течно спољашње језгро ротира око унутрашњег језгра у чврстом стању услед чега долази до стварања магнетног поља. Хлађењем планете, ово течно језгро такође прелази у чврсто стање и динамо механизам престаје.

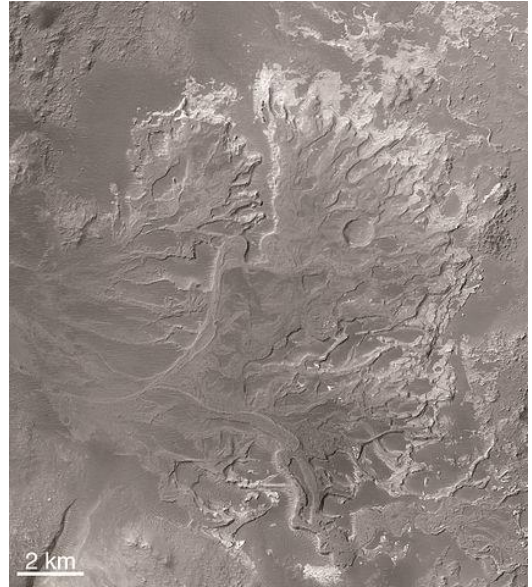
Марса, закључили да су ерозионе стопе³ током Нојевског периода два до пет пута веће од оних у каснијим периодима, али мање од средње вредности за ерозивне процесе старог кратона⁴ на Земљи. Међутим, одређивање стопа геолошких процеса на Земљи, укључујући ерозионе процесе, зависи од временског интервала у ком се процес мери (Gardner et al, 1987). Што је дужи временски интервал, мања је процењена стопа. То је последица чињенице да што се у дужем временском интервалу мери, већа је вероватноћа да се у њему нађу периоди без активности. У том смислу није сигурно тврдити да је овај терен геолошки млађи и генерално је несигурно вршити овакво поређење са Земљиним тереном.

3.2. Мрежа канала

Велики део нојевског терена је испресецан мноштвом канала који су међусобно повезани. Већина њих је дужине до пар стотина километара и „улива” се у локалне ниске терене. Постоји мало индикација да је формирање оваквих канала последица генералног спуштања и слегања земљишта. Научна заједница је мишљења да су они настали примарно протицањем воде, иако ово није у потпуности доказано. Мноштво ниских терена, налик кратерима, носи индикације некадашњег постојања језера у њима. У тим регионима се могу приметити формације на површини које личе на речне делте, превасходно изражајне у кратерима *Eberswalde* и *Holden*. Димензије канала који излазе из ових кратера, за које се претпоставља да су одводили воду у те регионе, могу се поредити са величином сличних басена на Земљи (Moore et al, 2003).

Један индикатор некадашњег постојања језера су депозити хлора у стенама, који мо-

гу бити последица испаравања воде. Такође, веома значајно откриће у *Eberswalde* делти (Сл. 2) су слојеви глине. Глина се формира у водама чија је рН вредност приближна неутралној (~7), што нам указује на то да би оваква врста средине могла да подржи живот и потенцијално се његови остаци (фосили) могу наћи очувани у глини.



Слика 2: Део кратера *Eberswalde* и приказ његове делте.

Хауард и сарадници су 2005. године направили разлику између генералне деградације терена и формације мрежа канала. Они предлажу идеју да је током већег дела Нојевског периода постојала флувијална ерозија обода кратера и висоравни, као и парцијално попуњавање удубљења кратера. Такође тврде да је формирање мрежа канала фундаментално различито од тих процеса и да, иако се дешавало симултано са деградацијом околног терена, није имало значајан удео у том процесу.

Честа појава у кратерима, кањонима и осталим нојевским теренима је стење чији се слојеви састоје од различитих материјала различите старости. Показало се да је ова сло-

³ Ерозиона стопа – стопа којом геоморфолошки процеси мењају површину стена и других материјала.

⁴ Кратон – стабилни и стари део чврстог омотача Земље, концентрисан углавном у унутрашњости тектонских плоча.

јевитост периодично настајала, понекад чак са веома прецизном периодом (Lewis et al, 2008). Она је могла да настане из више разлога: учесталим ударима, вулканским ерупцијама или променом ерозионог режима услед климатских промена. Иако су ова три процеса допринела појави слојевитости, прецизна периодичност одбацује могућност вулканских ерупција и удара као примарних узрока. Са друге стране, поменути периодичност лепо описују астрономске промене повезане са периодичним променама у орбиталном и ротационом кретању Марса (Laskar et al, 2004).

Широко распрострањени канали у нојевском терену и улегнућа која делују као басени језера указују на периодично постојање киша, река и топлих површинских услова на Марсу. Ипак, није сигурно колико су ти услови били стационарни и да ли је икада постојао глобални хидролошки систем у ком су токови воде били уравнотежени са процесима испаравања и сублимације великих водених површина. Упркос свему, Нојевски период је онај за који имамо највише доказа о постојању топлих временских услова током којих би формирање океана било могуће. Клифорд и Паркер (2001) су проценом бројности и запремине канала, басена, улегнућа и осталих потенцијалних складишта воде одредили да је једна трећина површине планете била покривена океанима током делова Нојевског периода. Проблем у доказивању ове теорије се огледа у томе што је налажење доказа изузетно тешко, јер су они осетљиви на геолошке промене и могу се избрисати ерозијом и затрпавањем тла. Управо из свих ових разлога постојање океана на Марсу остаје до данас спорна тема.

3.3. Климатски услови

Геоморфолошки докази о постојању језера и река, присуство силиката (настају као један од главних продуката елувијалних процеса, специфично хемијских, који се јављају под дејством промена температуре и количине воде у атмосфери), докази постојања то-

кова воде на површини и складишта хлора у стенама (остају након испаравања слане воде где су растворени у виду соли) указују на макар повремене топле периоде током и при крају Нојевског периода.

Истраживањем утицаја гасова стаклене баште на температуру Марса, превасходно утицаја атмосфере богате CO_2 , Кастинг је 1991. године утврдио да је тешко подићи глобалну температуру довољно само гасовима CO_2 и H_2O у атмосфери да би постојале падавине на младом Марсу, једним делом због Марсове раздаљине од Сунца и очекиване мале енергије зрачења Сунца у том периоду. Ако је Марс био макар повремено топао и „пун” течне воде, морао је постојати још неки механизам загревања поред CO_2 - H_2O гасова. Могући други механизми укључују друге гасове стаклене баште као што су SO_2 и CH_4 или ефекте великих климатских пертурбација услед спољних удара или вулканизма. Велики удари астероида би загрејали површину и обезбедили довољну количину воде у атмосфери, која би касније изазвала дуготрајне падавине, одговорне за креацију канала у Марсовом терену.

Проблеми модела настанка канала путем удара астероида су следећи:

1. У моделу у коме разматрамо само последице удара астероида настају далеко ниже количине падавина од потребних за приментну ерозију терена.
2. Сви нојевски кратери, који су настали ударима астероида довољно великих за производњу значајних количина падавина, су далеко старији од канала који треба да се формирају у приближно истом периоду као и ти кратери. О њиховој старости сведочи велики ерозиони распад кратера.

Као закључак можемо рећи да, иако су геоморфолошки докази за постојање топлих услова за време Нојевског периода присутни, и даље није објашњено како је уопште дошло до таквих климатских услова.

4. Хесперијски период

Овај временски период је добио име по низији званој Хесперија (лат. *Hesperia Platum*), приказаној на Сл. горе десно на IV стр. корица. Налик имену претходног периода и корени ове речи потичу из Библије. *Hesperia* је грчко-латински израз за „западне земље”, што је за старе Грке и Римљане углавном представљало Италију.

Током овог периода, за разлику од Нојевског, количина удара астероида о Марс је знатно опала, као и формација нових канала и интензитет ерозивних процеса. Оно што карактерише Хесперијски период су снажне и учестале вулканске активности, које постају главни геолошки процес на Марсу у то време. Тада настају сви највећи вулкани на Марсу, укључујући Олимпус Монс, а као последица њиховог стварања „изроњава” око 30% Марсове површине (Head et al, 2002). Такве вулканске активности су обогатиле атмосферу разним гасовима, међу којима су били сумпор диоксид (SO_2) и водоник сулфид (H_2S). Ови гасови су се мешали и међусобно реаговали правећи сумпорну киселину (H_2SO_4) која је после у виду кише падала на површину Марса и мешала се са водом, чинећи је киселијом. Последице таквих киселих киша су сумпорни депозити који представљају доказ хемијске промене стена услед контакта са киселом водом.

Даљим хлађењем планете, сва вода на површини се замрзла и била је присутна у виду леда на површини Марса и испод ње. Међутим, приликом велике вулканске активности или услед померања тектонских плоча, овај лед би се загрејао и отопио, што је затим доводило до интензивног изливања воде и стварања поплава. Верује се да су ове периодичне поплаве биле краткотрајне и веома интензивне. Сва вода би затим путем канала била спроведена до северне хемисфере где би се груписала у виду језера и убрзо потом заледила.

4.1. Удубљења и канали

Брзина настајања мрежа канала и удубљења је опала до почетка Хесперијског периода (Fasset и Head, 2008). Међутим, упркос том паду, постоје примери канала који су се формирали током Хесперијског, па чак и Амазонског периода, из чега можемо да закључимо да иако је дошло до експоненцијалног пада формирања на крају Нојевског периода услови су периодично дозвољавали ерозију и формирање канала, бар локално. Разумно је посумњати да су услови који су омогућавали ове формације током Хесперијског периода истог порекла као и они за време Нојевског периода. Фасет и Хед (2008) су упоредили млађе и старије мреже канала и закључили да су неки млађи канали настали услед топљења снега на вулканима, а не због климатских промена. Поред тога, многи од највећих канала су настали управо за време Хесперијског периода. Међутим, битно је закључити да ли су ти канали настали отицањем воде или су последица протицања лаве.

Чињеница која подржава теорију да је тим каналима текла вода су остаци богати сулфатним депозитима. Ако претпоставимо да је она тачна, то значи да су морале постојати велике водене површине на Марсу настале сакупљањем воде након престанка поплава. Са друге стране, чињеница да су сви канали нагло настали указује на то да они нису оформљени протицањем воде након падавина, већ брзим изливањем велике количине воде. Места на којима је та вода могла да се акумулира пре изливања су могли бити издани⁵, океани, лед или, што је и највероватније, комбинација све троје.

Сходно томе, поставља се питање колики је био проток и запремина воде настале током максимума падавина. Да би се добио одговор на ово питање потребно је знати колико дуго су поплаве трајале и колико су би-

⁵ Издан - природна акумулација подземне воде изнад водонепропусног слоја стена која се формира инфилтрацијом површинских вода или вода насталих од атмосферских талога.

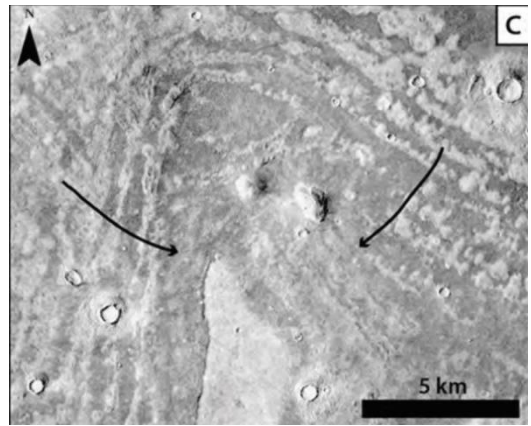
ле интензивне. Оно што се у датом тренутку може измерити је дубина и ширина одређених канала, помоћу чега можемо проценити њихову запремину. Међутим, оваква процена нам даје само максималну могућу запремину поплављеног водотока, не и њену реалну вредност. Већина процена указује на то да је за највеће канале брзина протока воде била од 10^7 до 10^8 m^3/s (Carr и Head, 2009). Ипак, и са датим проценама и даље није сигурно колико воде је након поплава остало акумулирано у виду језера и океана.

4.2. Океани

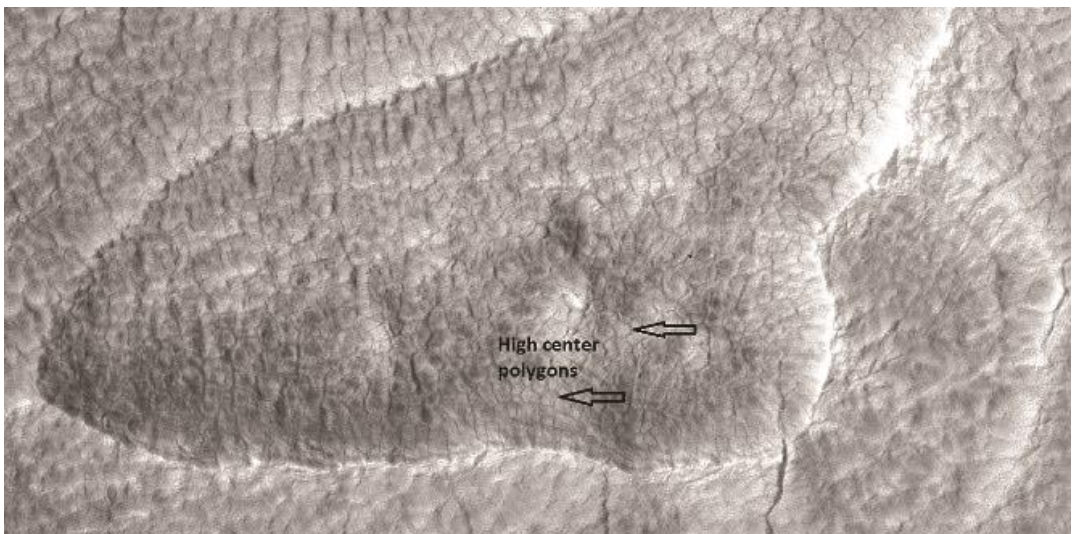
Ако су већ поменути канали настали поплавама, што је вероватно, онда су морале постојати велике водене површине, пре свега у северним регионима (Parker et al, 1989, 1993), где би се та вода могла акумулирати и одакле је даље истицала. Међутим, докази за њихово постојање и даље остају непотпуни иако је до сад детектовано пар потенцијалних обала оваквих површина (мисли се на обале океана и/или језера) у северним низијама и басену *Hellas*. Аргументи који потврђују теорију о постојању океана су делимично закопани кратери, покопани седиментима ношеним поплавама (Kreslavsky и Head,

2002). Поред њих, постоје и одређене формације (терен у облику отиска прста, Сл. 3, и полигонални облици, Сл. 4) које указују на постојање површинског слоја леда, насталог након залеђивања водених површина.

Са друге стране, аргумент против теорије о постојању великих водених површина на Марсу је одсуство (тј. за сад одсуство детекције) евапорита и постојање великог стења, где би ситни и углаччани седименти требало да постоје по хипотези о поплавама



Слика 3: Приказ терена облика налик отisku прста.



Слика 4: Полигонални облици у региону *Casius*.

(McEwen, 2007).⁶ Међутим, и поред ових нејасноћа, највећи проблем теорије остаје у питању где су тако велике количине воде отекле и нестале.

4.3. Сулфати

Велике количине сулфата⁷ су откривене слетањем *MER (Mars Exploration Rover – Ровер за истраживање Марса)* мисија на површину Марса, а и из орбите, са највећом концентрацијом у низији *Meridiani* и око северног пола. Већина подручја која их садрже потичу из Нојевског периода, међутим, установљено је да су депозити сулфата који се налазе у депресијама знатно млађи, док су они око северног пола скоро сигурно из Амазонског доба (Milliken et al, 2009).

Узорци депозита сумпора, које је ровер *Opportunity* (Прилика) истражио у низији *Meridiani*, представљају део структуре једног слоја депозита који се протеже радијално у свим правцима дужином око 600 km и дебелином од пар стотина метара. Експерименти које је спровео ровер над узорцима депозита указују на то да се састоје у подједнаким уделитема од сулфата и измењеног базалта који је осиромашен за 50% од оригиналне количине Fe, Mg и Ca (Squyres et al, 2006).

Минерали сулфата могу настати директно елувијалним процесом распада базалта услед киселих течности богатих сулфатима или испаривањем истих тих течности. Што се више базалт распада то је течност богатија сулфатом и средина је све киселија. Крајња промена минерала и киселост течности зависе од тренутка када је овај распад прекинут (Carr and Head, 2009). Стање сваког гаса који испари ће такође зависити од стања течности пре испаравања и нивоа до ког је распадање претходних минерала доспело. Због ових услова, тј. зависности финалног продукта од тренутка прекида распада, последице елувијалних процеса су разноврсне.

⁶ Евапорит је минерални седимент који настаје кристализацијом након испаравања воде.

⁷ Сулфати су једињења која у себи садрже SO_4^{2-} .

Генерално говорећи, постоји доба преласка између Нојевског периода, када су преваходно настајали филосиликати (SiO_4^{4-}), и почетка Хесперијског периода, када креће продукција сулфата. Бибринг и сарадници су 2006. године у свом истраживању дошли до закључка да је до овог прелазног периода дошло услед масивне ерупције сумпора приликом формирања вулканског платоа *Tharsis*. Постоји и друга могућност – да је до повећаног нивоа сумпора дошло услед ерупције која је формирала хесперијске вулкане (Head et al, 2002).

Свеукупно, можемо рећи да је на прелазу између Нојевског и Хесперијског периода дошло до великих промена на Марсу. Док је учестаност удара астероида, ерозионих процеса и формација канала опала, дошло је до интензивне вулканске активности. Површински услови су се променили, тако да је продукција филосиликата замењена стварањем сулфата, док су, са друге стране, велике поплаве постале честа и периодична појава. Све ове промене указују на климатске промене на крају Нојевског периода и настанак густе глобалне криосфере⁸. Услед јаке вулканске активности атмосфера је постала zasiћена молекулима SO_2 и H_2S који су, као гасови стаклене баште, омогућили топлију површину – услов за постојање воде у течном стању и мањак карбоната у Хесперијском периоду (Halevy et al, 2009). Смањењем вулканске активности на крају Хесперијског периода дошло је до нестанка молекула SO_2 из атмосфере и драстичног пада површинске температуре планете, што објашњава формацију криосфере и настанак сулфата.

5. Амазонски период

Овај период је добио име по региону Амазонска низија (лат. *Amazonis Planitia*), лоцираном на Марсовој северној хемисфери

⁸ Криосфера је термин за укупан површински лед неког небеског тела.

(Сл. у средини на IV стр. корица). Појам Амазонке потиче из грчке митологије. Сматра се да су оне биле припаднице древног народа жена ратника. Сам корен речи Амазонка није познат, али се сматра да је највероватније проистекао из иранског етнонима⁹ *ha-mazan*, што значи ратници.

Прелаз из Хесперијског у Амазонски период је веома неодређен и непрецизно дефинисан. Узето је да је он почео пре приближно 2,9 милијарди година, тако да Амазонски период обухвата две трећине свеукупне историје Марса. Међутим, треба узети у обзир да су грешке одређивања старости овог периода реда 500 милиона година и, како нису мале, један су од разлога лоше одређености његовог почетка. Овај период карактерише одсуство знатних геолошких и климатских промена. Површина планете је сува и обликована, атмосфера је разређена. Приметније промене настају једино током краткотрајних топлијих и влажнијих периода. Најважније одлике овог периода чине еолска активност и промене ледених површина.

Иако ретка, вулканска активност и даље постоји и то претежно око и у *Tharsis* региону. Хартман и Неукум (2001) су проценили да је вулканска активност од времена Хесперијског периода опала за 10% и остала периодична. Вулкани активни током Амазонског периода су видно различити од хесперијских по терену који је ретко наборан али је зато богат каналима којима је текла лава. Марс је вулкански активан и дан данас, додуше периодично и са малим бројем ерупција у поређењу са претходним стотинама хиљада година.

Утицај ветра је у последњем добу свеприсутан, узимајући да се на сваком делу Марсове површине могу наћи дине. Међутим, степен очуваности оригиналне текстуре вулканских токова и материјала избачених од удара указују да је еолска ерозија стена веома мала и занемарљива. Међу многоброј-

ним доказима присуства ветра су: изобразане површине, кратери са материјалом који покрива централни део, дине, слојеви депозита итд.

5.1. Лед

Лед је вероватно имао битну улогу у обликовању терена кроз велики део Марсове историје, а поготово за време Амазонског периода. Током лета лед на површини је у нестабилном стању због знатног пораста температуре током обданице, и долази до његовог топљења. Међутим, утицај разлике између ноћних и дневних температура опада са повећањем дубине тла. Моделирањем је установљено да лед може бити стабилан у чврстом стању пар десетина центиметара испод површине, где тачна вредност дубине зависи од географске ширине и проводности материјала који прекрива лед (Mellon и Jakosky, 1995).

На ареографским ширинама које су по модулу много мање од 60°, спектрометрима који се налазе у орбити око Марса нису уочене веће структуре леда иако постоје геолошки индикатори за њихово постојање до чак 30° ареографске ширине по модулу (Mustard et al, 2001). Посматрања која је извршио MGS (енг. *Mars Global Surveyor* – Марсов глобални надгледач) указују на то да постоје велике количине леда на ширинама од 25° до 30° по модулу на дубинама превеликим за детекцију спектрометрима.

Такође, на стабилност леда на површини Марса утиче нагиб Марсове осе ротације у односу на раван његове путање око Сунца. За разлику од нагиба Земљине осе ротације, који се мало мења кроз епохе, промене нагиба за Марс су драстичне. Током периода великог нагиба лед се прераспоређује и прелази са полова у регионе по модулу мањих ареографских ширина (Mellon и Jakosky, 1995), док током периода мањих нагиба важи супротно. Током тренутне епохе овај нагиб осцилује између 15° и 35°, са средњом вредношћу од око 24°. Међутим, Ласкар и сарадници (2004) су проценили да средња вредност

⁹ Етноним – именица којом се означавају припадници етничких група, народа и племена.

нагиба током целе историје Марса износи 40° и да постоји шанса од 63% да је нагиб достигао вредност од чак 60° у последњих милијарду година. При нагибима већим од 54° средња осунчаност полова је већа него осунчаност на екватору. Штавише, највећа осунчаност која се добија током летњих месеци када су полови и делови око њих константно обасјани доводи до загревања терена до већих дубина (Costard et al, 2002), што значи да долази до премештања леда са полова на екватор. До овог закључка је много раније дошао и Милутин Миланковић. У свом раду о клими на Марсу, издатом 1916. године, он је одредио средње годишње површинске и атмосферске температуре на Марсу. Том приликом је, међу првима, показао да Марс има изузетно екстремну климу.

Током Амазонског периода долази и до формације глечера, у појасу од 30° до 55° ареографске ширине. Убедљиви докази њиховог постојања су претежно нађени на вулканима региона *Tharsis*, у виду морена¹⁰. Претпоставка је да су глечери променили вулканске површине и за собом оставили морене (Kadish et al., 2008). Такође, њихово постојање потврђује моделирање циркулације атмосфере, које указује на то да су северозападни ободи вулкана најчешћа места где долази до снежних падавина током периода већег нагиба осе ротације, што представља подобан терен за формирање глечера (Forget et al, 2006).

Главна питање остаје где и како се лед првобитно појавио. Постоји могућност да првобитна појава леда датира још од позног Хесперијског периода, као последица великих поплава, или чак и раније, од Нојевског доба, као последица елувијалних процеса и смањене формације канала. Као друга опција остаје да је формиран првобитно у Амазонско доба, међутим одговор на питање како и када још увек није нађен.

5.2. Флувијални процеси

Главна фаза формације канала пролази до краја Хесперијског периода, те су канали настали у доба Амазонског периода ретки и малобројни. Најупечатљивије водене структуре у овом периоду су вододерине препознатљиве по томе што крећу од једног канала и онда се гранају и деле на мање канале. Оне су широке од пар метара до пар десетина метара, дугачке пар стотина метара и јављају се на стрмим нагибима у појасу ареографских ширина 30° – 60° по модулу, са већом учешћу на југу (Dickson et al, 2009). Иако постоје разне претпоставке о њиховом настанку, консензус је да су оне последица водене ерозије, мада и даље остаје нејасно колико је воде било потребно за њихово формирање.

На јужним висоравнима, на средњим латитудама, где се и највећи број вододерина јавља, средња дневна вредност температуре током лета варира између 220 К и 230 К, док је површински притисак испод нивоа тројне тачке воде. Ово значи да може доћи до краткотрајне појаве течне воде, мада не и у довољној количини да би изазвала ерозију вододерина (Malin et al, 2006). Као што је већ споменуто, вододерине су највероватније настале услед краткотрајног присуства воде која је настала топлеем леда и снега из појаса средњих латитуда током периода великог нагиба Марсове осе ротације (Head et al, 2002). Овакво порекло се поклапа са резултатима компјутерских модела (Williams et al, 2009), који су повезали формацију вододерина са веома младим глечерима.

Одређивање старости вододерина није једноставно због њихових малих димензија, међутим, истраживања (Reiss et al, 2004; Schon et al, 2009) указују на то да су оне формиране у веома блиској геолошкој историји. Флувијална активност за последње три милијарде година на Марсу је била мала и јављала се услед ретких ерупција подземних вода, веома ретких формација канала и стварања вододерина на стрмим теренима на одређеним латитудама, вероватно услед топлеем леда који је доспео ту током периода ве-

¹⁰ Морене – одломци које ледник носи са собом.

ликих нагиба осе ротације.

5.3. Полови

Најпотпунији преглед скорашње геолошке историје Марса добијамо из танких депозита лоцираних на половима планете. Ови депозити формирају око северног пола насип центриран у полу, који је дебљине 3 km. Број кратера указује на то да старост ове површине није већа од 10^5 година (Herkenhoff и Plaut, 2000). Депозити се могу поделити у две групе: базалтне, малог албеда и дебљине до 1 km и финије, слојевите депозите, дебљине до 3 km (Tanaka et al, 2005). Они се простиру до 80° ареографске ширине и окружени су великим динама богатим гипсом (Langevin et al, 2005).

Са друге стране, депозити на јужном полу су компликованији. Овде се централни насип, дебљине 3 km, простира до 5° од пола, док се надаље налазе тањи и старији депозити. Број кратера указује на то да старост ове површине није већа од 10^7 година. Разлике у старостима терена јужног и северног пола су највероватније последица разлике од 6,4 km у њиховој елевацији (Herkenhoff и Plaut, 2000).

Поменути слојевитост се придружује акумулацији прашине и леда, који су под утицајем орбиталног и ротационог кретања Марса. Такође, промена нагиба орбите може утицати на стварање и губљење леда са половина, промену фреквенције пешчаних олуја и услед тога, премештање депозита прашине (Toon et al, 1980). Упркос покушајима да се повежу слојевитост депозита и скорије промене осе ротације, није се дошло до конкретних закључака. Међутим, нема сумње да је ова слојевитост последица скорашње геолошке промене. Оно што није сигурно је да ли се целокупни депозити леда на северном полу изгубе током периода већег нагиба и да ли испод њих постоје геолошки старији депозити који су заштићени од температурних промена на површини.

Званично је мишљење да многе одлике терена које се могу наћи на средњим латиту-

дама представљају последице премештања леда са великих латитуда и његовог формирања на мањим током периода великог нагиба осе ротације, док је скупљање и премештање слојевитих депозита на половима појава која се вероватно периодично одиграва кроз историју планете.

5.4. Глобална хемисферична дихотомија

Појава глобалне дихотомије је јединствена за Марс у целом Сунчевом систему и зато је битно издвојити је као засебну тему. Гледајући мапу Марса, оно што на први поглед може бити приметно је да се најстарије области на Марсу, које потичу претежно из Нојевског периода, налазе на јужној хемисфери, док се млађе области, из Хесперијске и Амазонске епохе, налазе претежно на северној хемисфери. Глобална дихотомија се одражава у разликама у елевацији, дебљини коре и броју ударних кратера. Њом је Марс подељен на две веома различите хемисфере – јужну, која има позитивну елевацију, дебелу кору и велики број ударних кратера и северну, која има негативну елевацију, танку кору и веома мали број ударних кратера (Марчета, 2015).

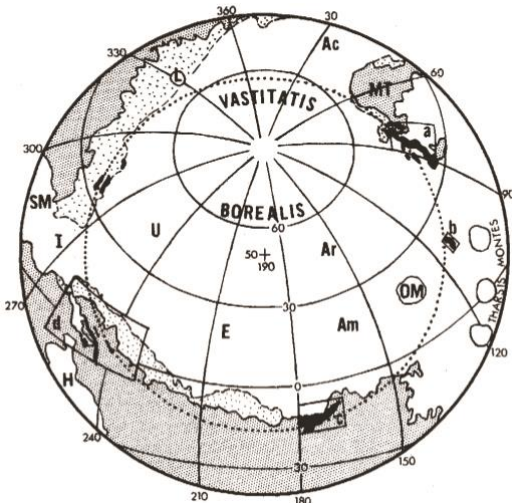
Да би се могло причати о топографији и елевацији неопходно је дефинисати референтну површину у односу на коју ћемо мерити висине, као што је то ниво површине мора на Земљи. Пошто Марс данас нема водену површину која би служила као референца, дефинисана је еквипотенцијална гравитациона површ, названа *референтни ареоид*. На тој референтној површи је гравитационални потенцијал једнак оном гравитационом потенцијалу који би постојао на екватору са средњим екваторским радијусом од 3396 km (Smith et al, 1999). Одузимањем ове површи од модела облика Марса, добија се топографски профил приказан на Сл. доле на IV стр. корица.

Постоје три различите хипотезе о томе како је дошло до глобалне дихотомије: ендогена (као последица померања мантије), егзогена помоћу једног удара и егзогена помо-

ћу више снажних удара. Иако се и даље тачан начин настанка не зна, сигурно је да је ова карактеристика настала у раним фазама еволуције Марса.

5.5. Хипотеза о једном удару

Једна од могућности је да је дихотомија настала једним снажним ударом. Овакав удар би оставио једну огромну кружну депресију у Марсовом терену и за пример се узима басен *Borealis* (Сл. 5). Енергија која је била



Слика 5: Басен *Borealis*. Снажан удар као порекло глобалне дихотомије.

потребна да се формира басен овакве величине се може одредити из релације дијаметар-енергија: $D = KE^a h(g)$, где су D пречник кратера, E кинетичка енергија удара, K и a константе и $h(g)$ зависност величине кратера од површинске гравитације. Узимајући да је пречник насталог кратера 7700 km, лако се из претходне релације добија потребна енергија удара. Даље се, уз претпоставку о средњој густини ударног тела (узето 3 g/cm^3) и варирањем ударне брзине од 12 km/s до 24 km/s, добија да је пречник ударног тела износио између 600 km и 950 km (Wilhelms и Squyres, 1984). Ово је и очекивана величина резидуалних тела у околини орбите Марса

након акреције, и овај резултат подржава хипотезу о једном удару.

Иако ова хипотеза лепо објашњава појаву дихотомије, постоје и чињенице које јој не иду у прилог. Један контрааргумент за ову хипотезу је то што се од удара ове снаге очекује да ће генерисати довољно топлоте за стварање вулкана на месту удара. Међутим, у самом басену *Borealis* не постоји ниједан вулкан. Даљи проблем представља недовољно танка кора на северној хемисфери у односу на кору испод басена *Helas* и *Isidis*, који су несумњиво ударног карактера, али са ударима далеко мањег интензитета од оног који би био потребан за формирање глобалне дихотомије (Марчета, 2015).

5.5. Хипотеза о више удара

Ова хипотеза претпоставља више снажнијих удара, чији се ефекти међусобно преклапају, уместо једног удара огромног интензитета. Посматрајући расподелу ударних кратера на Месецу и другим објектима где се таква анализа може применити, добијено је да број насталих кратера опада као D^{-2} са њиховим пречником. Ако се претпостави да је басен *Borealis* највећи ударни кратер на Марсу (као према хипотези о једном удару), посматрања показују да према претходној релацији недостаје око 1450 кратера величине до 200 km, 146 кратера до 600 km и 63 већа од 1000 km. Овај проблем се донекле може објаснити ерозивним премештањем терена и самим тим покривањем тих кратера. Тотална површина Марсовог новог терена потребног за покривање датих кратера износи између 80% и 83% Марсове површине, што је изузетно велики удео и самим тим постаје јасно да је ова хипотеза непоуздана (Frey и Schultz, 1988).

Алтернативно, ако се претпостави да басен *Borealis* нема никакве везе са ударним кратерима могуће је увести хипотезу о више јаким ударима. У том случају, равнице присутне на северној хемисфери се могу објаснити ерозионим попуњавањем више мањих кратера, за шта је потребно свега 26% до 28%

Марсове површине. Више удара такође има већи потенцијал за боље истањивање коре и локално предавање топлоте које омогућује формацију вулкана, што се поклапа са посматрањима (Freu и Schultz, 1988).

5.6. Ендогена хипотеза

Велика унутрашња померања и растезања литосфере и астеносфере представљају познати модел тектонског померања на Земљи. Иако није стопроцентно сигурно како се ови процеси одигравају, зна се да је процес конвекционог кретања унутар омотача језгра један од најзначајнијих. Конвективно струјање материјала у астеносфери један је од основних начина померања тектонских плоча. Загрејани стенски материјал се пење у више и хладније делове, где се хлади предајући енергију околини и постајући гушћи тоне и враћа се ка унутрашњим деловима.

Ендогена хипотеза претпоставља да су аналогни процеси на Марсу одговорни за стварање глобалне дихотомије у његовој раној историји. Међутим, праћење ових процеса на самој Земљи је компликован процес, те је јасно да је изузетно тешко доказати овакву хипотезу за Марсову тектонску активност, о којој и даље знамо веома мало. Са друге стране, постоји активни проблем детектовања тектонског померања на Марсу. Један од главних циљева мисије *InSight* (Проницање [у Марс]), лансиране 2018. године, је управо проучавање унутрашњости Марса и могућности постојања земљотреса, који су последица тектонских померања (McGill и Squyres, 1991). Ова летелица је уз помоћ инструмента *SEIS* (*Seismic Experiment for Interior Structure* – Сеизмички оглед за унутрашњу структуру) априла 2019. године детектовала прве земљотресе на Марсу. Детаљна анализа њиховог порекла је у току.

6. Мисије које су допринеле истраживању геолошке историје Марса

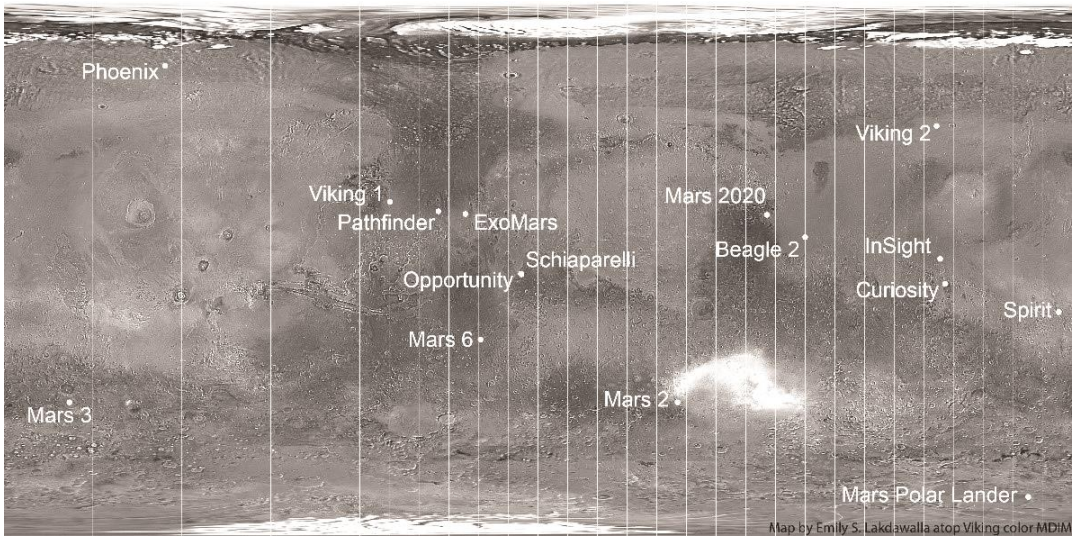
Главни допринос истраживању геолошке

историје Марса су дале Насине мисије *MER*. *MER-A* и *MER-B* су мисије лансиране 2004. године и представљају их два ровера: *Spirit* (Дух) и већ поменути *Opportunity*. Они су у могућности да, помоћу инструмената који се налазе на њима, на лицу места испитају хемијски састав и структуру терена. Поред тога, ови ровери на себи имају камере високе резолуције, специјално конструисане за услове на Марсу, којим можемо видети стање и облик терена у реалном времену. Ровер *Opportunity* је слетео у *Meridiani* низију, где је нашао депозите хлора, слојевите седименте, силикате и друге доказе некадашњег постојања водених површина.

Друга мисија, која је са собом носила ровер *Curiosity* (Радозналост), била је *MSL* (*Mars Science Laboratory* – Марсова научна лабораторија), лансирана 2011. године. Њен главни циљ је изучавање климе, геологије, постојања воде и хабитабилности планете. Из ових разлога она је такође допринела истраживању геолошке историје Марса. Укупно су на Марс успешно слетела четири ровера (Сл. 6), три већ поменути, и први – *Sojourner* (Привремени посетилац) – лансиран 1997. године.

Последњи, пети ровер, је део мисије *Mars 2020*, лансиране јула 2020, за коју се очекује да на Марс стигне до фебруара 2021. Ова мисија се састоји од ровера *Perseverance* (Истрајност) и роботског хеликоптера *Ingenuity* (Генијалност). Циљ ових двеју летелица, које функционишу у комплекту, је да испитају астробиолошке услове, тренутне и историјске, могућност за хабитабилност на површини, потенцијалне биомаркере очуване у геолошком материјалу, као и површинске геолошке процесе на Марсу¹¹. Потпуности ради споменимо још једном и *InSight* мисију, која и даље активно сакупља податке о Марсовој сеизмолошкој активности.

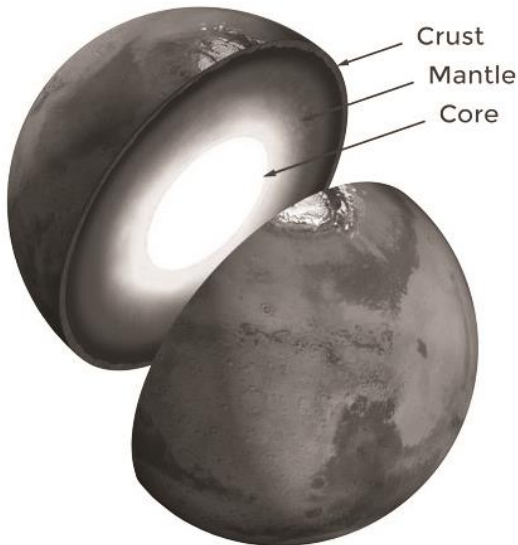
¹¹ Након приспећа овог чланка у редакцију *Perseverance* и *Ingenuity* су успешно спуштени на Марс у фебруару 2021 (прим. ред).



Слика 6: Места слетања свих мисија на Марс, прошлих, актуелних и будућих.

7. Закључак

Марс је комплетно формирао своје првобитно језгро, омотач и кору (Сл. 7) кроз неколико десетина милиона година од формирања Сунчевог система и већина геолошких



Слика 7: Скица пресека Марса. Редом су, одозго на доле, приказани кора, омотач и језгро.

промена се десила у првих 1,5 милијарди година његове историје. Формација басена *Hellas*, што је најупечатљивији део Нојевског периода, одиграла се пре 4,1–3,8 милијарди година. Иако се мало зна о Пренојевском периоду, верује се да њега карактеришу присутност јачег магнетног поља и интензивно бомбардовање астероидима, које је довело до глобалне дихотомије.

Нојевски период се завршио пре 3,7 милијарди година и окарактерисан је формирањем кратера, ерозијом терена и формирањем канала. Најупечатљивија рељефна промена је висораван *Tharsis*, која је формирана у ово доба. Такође, услед јаких удара астероида, вулканских ерупција или промене орбиталних параметра Марса, постојали су услови за периодичне, топле и кишовите периоде. Присуство силиката и складишта хлора у стенама указују на то да су ове падавине биле довољно обимне да формирају речне токове и језера.

Велика промена настаје при крају Нојевског периода и на почетку Хесперијског, када је степен удара астероида, формације канала, елувијалних процеса и ерозије експоненцијално опао. Са друге стране, степен

вулканске активности је остао висок, па и највећи током целе Марсове историје, и он је произвео „изроњавање” око 30% Марсове коре. Периодично је долазило до великих поплава, углавном при крају Хесперијског периода, које су вероватно за собом оставиле велике водене површине у северним низијама. Поред ових поплава није било знатне водене активности на Марској површини.

По завршетку Хесперијског доба, пре три милијарде година, све геолошке промене су утихнуле и данас су ретке. Вулканска активност, која је за време Хесперијског доба била најизраженија, у Амазонском добу је 10 пута мања и углавном ограничена на регионе *Tharsis* и *Elysium*. Пошто се главна ера поплава завршила, оне постају ретке, иако су се мање и периодичне поплаве дешавале у блиској историји. Формација канала је опала, ерозија и елувијални процеси су екстремно ретки. Једине промене које се у ово доба дешавају су стварање вододерина и глечера услед промене, скупљања и покретања леда.

На крају, са свим овим сазнањима, и даље остаје мноштво питања о историји Марса на која тренутно није могуће дати одговор, попут: каква је историја Марског магнетног поља, какви су били климатски услови за време Нојевског доба, шта је довело до појаве глобалне дихотомije, какав је утицај промене нагиба Марсове осе ротације на геолошке услове и како се она одвијала, зашто се северни и јужни поларни депозити толико разликују, ако је икад постојала течна вода на његовој површини да ли је постојао и живот. Одговори на ова питања се могу налазити једино слањем нових мисија на Марс и даљим истраживањем његове геолошке историје.

ЛИТЕРАТУРА:

Carr, M., Head, J.: 2009, "Geologic history of Mars", *Earth and Planetary Science Letters*, **294**, 185–203.
Clifford, S., Parker, T.: 2001, "The evolution of

the martian hydrosphere: implications for the fate of a primordial ocean and the current state of the northern plains", *Icarus*, **154**, 40–79.

- Costard, F., Forget, F., Mangold, N., Peulvast, J.: 2002, "Formation of recent martian debris flows by melting of near-surface ground ice at high obliquity", *Science*, **295**, 110–113.
- Craddock, R., Howard, A.: 2002, "The case for rainfall on a warm, wet early Mars", *Journal of Geophysical Research*, **107**, 5111.
- Dickson, J., Fassett, J., Head, J.: 2009, "Amazonian-aged fluvial valley systems in a climate microenvironment on Mars: melting of ice deposits on the interior of Lyot crater", *Journal of Geophysical Research*, **36**, L08201.
- Fassett, C., Head, J.: 2008, "Valley network-fed, open-basin lakes on Mars: distribution and implications for Noachian surface and subsurface hydrology", *Icarus*, **198**, 37–56.
- Forget, F., Haberle, R., Montmessin, F., Levrard, B., Head, J.: 2006, "Formation of glaciers on Mars by atmospheric precipitation at high obliquity", *Science*, **311**, 368–371.
- Frey, H., Schultz, R. A.: 1988, "Large impact basins and the mega-impact origin for the crustal dichotomy on Mars", *Geophysical Research Letters*, **15**(3), 229–232.
- Gardner, T., Head, J. T., Jorgensen, D., Shuman, C., Lemieux, C.: 1987, "Geomorphic and tectonic process rates: effect of measured time interval", *Geology*, **15**, 259–261.
- Halevy, I., Pierrehumbert, R. T., Schrag, D. P.: 2009, "Radiative transfer in CO₂-rich paleo-atmospheres", *Journal of Geophysical Research*, **114**, 0148–0227.
- Hartmann, W., Neukum, G.: 2001, "Cratering chronology and the evolution of Mars", *Space Science Reviews*, **96**, 165–194.
- Head, J., Kreslavsky, M., Pratt, S.: 2002, "Northern lowlands of Mars: evidence for widespread volcanic flooding and tectonic deformation in the Hesperian period", *Journal of Geophysical Research*, **107**, 5003.
- Herkenhoff, K., Plaut, J.: 2000, "Surface ages and resurfacing rates on the polar layered

- deposits on Mars”, *Icarus*, **144**, 243–253.
- Kadish, S., Head, J., Parsons, R., Marchant, D.: 2008, ”The Ascraeus Mons fan-shaped deposit: Volcano–ice interactions and the climatic implications of cold-based tropical mountain glaciation”, *Icarus*, **197**, 84–109.
- Kasting, J.: 1991, ”CO₂ condensation and the climate of early Mars”, *Icarus*, **94**, 1–13.
- Kreslavsky, M., Head, J.: 2002, ”Fate of outflow channel effluents in the northern lowlands of Mars: the Vastitas Borealis Formation as a sublimation residue from frozen ponded bodies of water”, *Journal of Geophysical Research*, **107**, 5121.
- Langevin, Y., Poulet, F., Bibring, J.-P., Gondet, B.: 2005, ”Sulfates in the north polar region of Mars by OMEGA Mars Express”, *Science*, **307**, 1584–1585.
- Laskar, J., Correia, A. Gastineau, M., Joutel, F., Levrard, B., Robutel, P.: 2004, ”Long term evolution and chaotic diffusion of the insolation quantities of Mars”, *Icarus*, **170**, 343–364.
- Lewis, K., Aharonson, O., Grotzinger, J., Kirk, R., McEwen, A., Suer, T.: 2008, ”Quasi-periodic bedding in the sedimentary rock record of Mars”, *Science*, **322**, 1532–1535.
- Malin, M., Edgett, K., Posiolova, L., McColley, S., Noe-Dobrea, E.: 2006, ”Present-day impact cratering rate and contemporary gully activity on Mars”, *Science*, **314**, 1573–1577.
- Марчета, Д.: 2015, *Мозућности и оптимизација слетања на јужну хемисферу Марса*, докторска теза, Универзитет у Београду.
- McEwen, A.: 2007, ”A closer look at water-related geologic activity on Mars”, *Science*, **317**, 1706–1709.
- McGill, G., Squyres, S.: 1991, ”Origin of the Martian crustal dichotomy: Evaluating hypotheses”, **93(2)**, 386–393.
- Mellon, M., Jakosky, B.: 1995, ”The distribution and behavior of martian ground ice during past and present epochs”, *Journal of Geophysical Research*, **100**, 11 781–11 799.
- Миланковић, М.: 1916, *Испитивања о клими планете Марса*, Загреб: Тисак диониичке тискарне.
- Milliken, R., et al.: 2009, ”Clay and sulfate-bearing rocks in a stratigraphic sequence in Gale crater”, *Lunar and Planetary Science Conference*, **XL**, #1479.
- Moore, J., Howard, A., Dietrich, W., Schenk, P.: 2003, ”Martian layered fluvial deposits: implications for Noachian climate scenarios”, *Geophysical Research Letters*, **30**, 2292.
- Mustard, J., Cooper, C., Rifkin, M.: 2001, ”Evidence for recent climate change on Mars from the identification of youthful near-surface ground ice”, *Nature*, **412**, 411–414.
- Parker, T. J., Gorsline, D. S., Saunders, R. S., Pieri, D. C., Schneeberger, D. M.: 1993, ”Coastal geomorphology of the Martian northern plains”, *Journal of Geophysical Research*, **98**, 11 061–11 078.
- Parker, T., Saunders, R., Schneeberger, D.: 1989, ”Transitional morphology in West Deuteronilus Mensae, Mars: implications for modification of the Lowland/Upland boundary”, *Icarus*, **82**, 111–145.
- Phillips, R. et al.: 2001, ”Ancient geodynamics and global-scale hydrology on Mars”, *Science*, **291**, 2587–2591.
- Reiss, D., van Gasslet, S., Neukum, G., Jaumann, R.: 2004, ”Absolute dune ages and implications for the time of formation of gullies in Nirgal Vallis”, *Journal of Geophysical Research*, **109**, E06007.
- Schon, S., Head, J., Fassett, C.: 2009, ”Unique chronostratigraphic marker in depositional fan stratigraphy on Mars: evidence for ca. 1.25 Ma gully activity and surficial meltwater origin”, *Geology*, **37**, 207–210.
- Smith, D. E., Sjogren, D. L., Tyler, G. L., Balmino, G., Lemoine, F. G., Konopliv, A. S.: 1999, ”The gravity field of Mars: results from Mars Global Surveyor”, *Science*, **286**, 94–97.
- Squyres, S., et al.: 2006, ”Two years at Meridiani Planum: results from the Opportunity Rover”, *Science*, **313**, 1403–1407.
- Tanaka, K., Skinner, J., Hare, T.: 2005, ”Geologic map of the northern plains of Mars”,

United States Geological Survey, Scientific Investigations Map 2888.

Toon, O., Pollack, J., Ward, W., Burns, J., Bilski, K.: 1980, "The astronomical theory of climate change on Mars", *Icarus*, **44**, 552–607.

Wilhelms, D., Squyres, S.: 1984, "The martian hemispheric dichotomy may be due to a giant impact", *Nature*, **309**, 138–140.

Williams, K., Toon, O., Heldmann, J., Mellon, M.: 2009, "Ancient melting of mid-latitude snowpacks on Mars as a water source for gullies", *Icarus*, **200**, 418–425.

GEOLOGICAL HISTORY OF MARS

The geological history of Mars is reviewed.

НОБЕЛОВА НАГРАДА ЗА ФИЗИКУ ЗА 2020. ГОДИНУ И ИСТРАЖИВАЊА КОД НАС

Весна Борка Јовановић¹, Душко Борка¹, Предраг Јовановић²

(¹Лабораторија за теоријску физику и физику кондензоване материје (020), Институт за нуклеарне науке „Винча” – Институт од националног значаја за Републику Србију, Универзитет у Београду, Београд; ²Астрономска опсерваторија, Београд)

Нобелова награда за физику за 2020.

Ове године, Шведска краљевска академија наука доделила је Нобелову награду за физику за теоријска открића о црним рупама и супермасивном компактном објекту у центру наше галаксије. Награду за овакве изузетне доприносе у физици поделили су: математичар др Роџер Пенроуз (удео 1/2), астрофизичар др Рајнхард Генцл (удео 1/4) и астроном др Андреа Гез (удео 1/4). На дан 6. октобра 2020. године, Нобелов комитет објавио је да је Пенроузу додељена половина награде „за откриће да је настанак црних рупа поуздано предвиђање опште теорије релативности”, док је друга половина награде заједнички додељена Генцлу и Гез „за откриће супермасивног компактног објекта *Sagittarius A** у центру наше галаксије” на основу дугогодишњих посматрања орбита звезда око тог објекта.

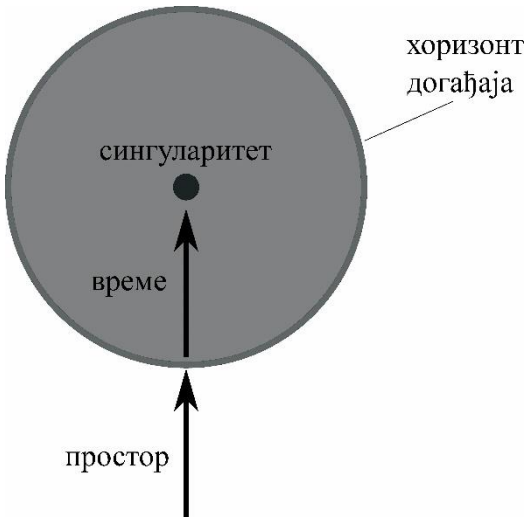
О овогодишњим добитницима Нобелове награде за физику

Др Роџер Пенроуз је рођен 1931. г. у

Колчестеру у Великој Британији, докторирао је 1957. г. на Универзитету у Кембриџу, а данас је професор емеритус на Универзитету у Оксфорду. Добитник је више награда и медаља, као и почасних доктората.

Др Роџер Пенроуз је математички доказао да су црне рупе директна последица Ајнштајнове опште теорије релативности (ОТР), као и да оне заиста могу настати (у шта ни сам Ајнштајн није веровао), а такође је и детаљно описао њихове особине. Другим речима, показао је да црне рупе морају бити физичка стварност, а не само математички исход Ајнштајнове ОТР.

Све до 60-их година 20. века решења Ајнштајнових једначина ОТР за неку сферно-симетричну масу, а које описују настанак црних рупа, су сматране за чисто теоријске спекулације. Роџер Пенроуз је, користећи топологију, изучавао таква решења без претпоставке о сферној симетрији и увео појам заробљене површи, која представља затворену дводимензионалну површ за коју важи да ће сви зраци светлости који су нормални на њу у будућности конвергирати. На тај начин је први успео да пронађе реалистично решење једначина ОТР које описује материју у стању



Слика 1: Попречни пресек црне рупе. На хоризонту догађаја се простор трансформише у време, које иде само унапред и односи све са собом у сингуларитет, који има бесконачну густину и где време престаје да тече.

колапса (видети Сл. 1).

Др Рајнхард Генцл је рођен 1952. г. у Бад Хомбургу у Немачкој, докторирао је 1978. г. на Универзитету у Бону, а данас је директор института Макс Планк за ванземаљску физику, у Гархингу, у Немачкој, као и професор на Универзитету Беркли, у Калифорнији, у САД. Др Андреа Гез је рођена 1965. г. у Њујорку, докторирала је 1992. г. на Калифорнијском технолошком институту, у Пасадени, у САД, и ради као професор на Универзитету у Калифорнији, у Лос Анђелесу.

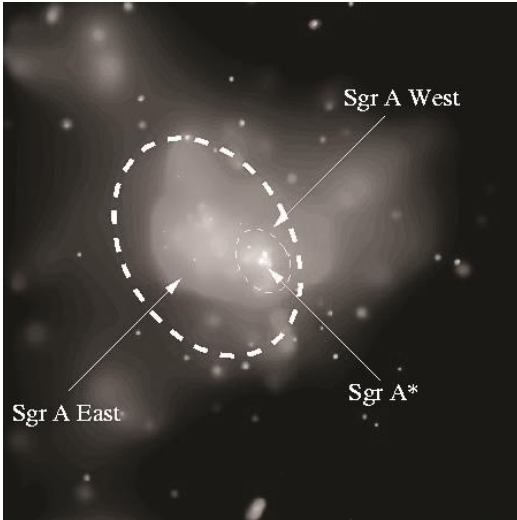
Др Рајнхард Генцл и др Андреа Гез су, свако са својим тимом астронома, вршили вишегодишња посматрања (коришћени телескопи приказани су на Сл. 2) области око објекта *Sagittarius A** у центру наше галаксије (видети Сл. 3).

Др Андреа Гез је посматрања вршила помоћу телескопа Кек на Хавајима, и била је прва која је успела да, након отклањања ефеката замућења услед утицаја Земљине атмосфере (уз помоћ адаптивне оптике), добије јасне слике ове области, које су биле и 10 пута



Слика 2: Оптички телескопи: „New Technology Telescope” (Телескоп нове технологије) од 3,6 м у Чилеу (горе), систем од четири телескопа од по 8,2 м „Very Large Telescope” (Веома велики телескоп) у Чилеу (средина) и систем од два телескопа од по 10 м „Кекк Telescope” (телескоп Кек) на Хавајима, САД (доле). (ESO and NASA)

оштрије од слика добијених помоћу свемирског телескопа Хабл. На тај начин је била у могућности да са великом прецизношћу прати кретања најсјајнијих звезда у центру наше галаксије, на основу којих је и доказано постојање централне супермасивне црне рупе. Др Рајнхард Генцл је са својим тимом астронома вршио такође веома прецизна посмат-

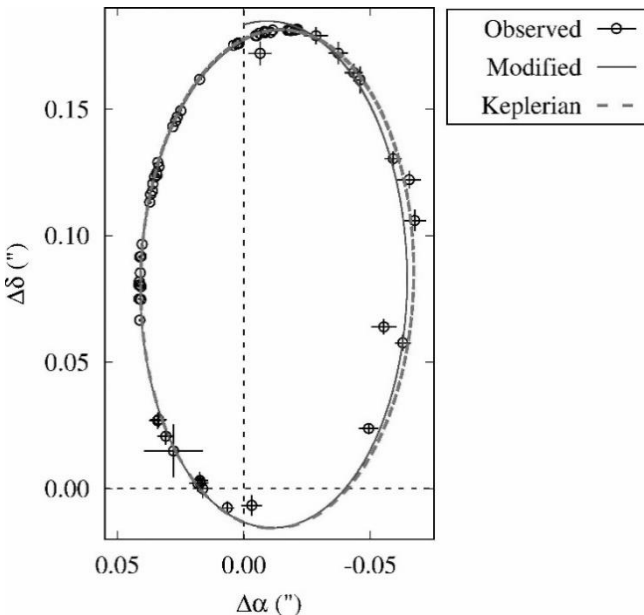


Слика 3: Комплексан радио извор Sgr A састоји се од три компоненте: остатка супернове Sgr A Исток (East), спиралне структуре Sgr A Запад (West) и од веома јаког радио извора Sgr A*. Sgr A* је веома компактан и масиван извор, чији се положај поклапа са динамичким центром Млечног пута, а око њега кружи јато звезда типа S. (Chandra X-ray image, NASA/Penn State/G. Garmire et al.)

рања истих најјејачијих звезда у центру наше галаксије али помоћу тзв. Веома великог телескопа (*Very Large Telescope – VLT*), у Чилеу, који се налази на Европској јужној опсерваторији (*European Southern Observatory – ESO*). На тај начин су обе групе добиле астрономска посматрања звезда у близини центра наше галаксије која су била у доброј сагласности и на основу којих је уочено да се те звезде крећу великим брзинама око неког невидљивог веома масивног тела, чија је маса процењена на преко четири милиона Сунчевих маса. Истраживања др Генцла и др Гез представљају до сада најубедљивију потврду да тај невидљиви компактни објекат, означен као *Sagittarius A**, представља супермасивну црну рупу у центру наше галаксије.

Истраживања у Србији везана за SgrA*

Овом веома актуелном облашћу истраживања бави се и група српских истраживача, са Астрономске опсерваторије у Београду и из Института за нуклеарне науке „Винча”. Поменута истраживања вршена су у оквиру



Слика 4: Поређење посматране и теоријске путање звезде S2 око супермасивног компактног објекта *Sagittarius A** у центру Млечног пута. Астрономска посматрања звезде S2, која су извршена помоћу Веома великог телескопа у Чилеу, од стране групе др Генцла, и телескопа Кек на Хавајима, од стране групе др Гез, су означена кружићима, док је одговарајуће предвиђање једне од теорија модификоване гравитације (типа *Yukawa*) приказано пуном линијом. Испрекидана затворена линија би одговарала Кеплеровој орбити.



Слика 5: Сарадници на пројекту ОИ 176003, у библиотеци Астрономске опсерваторије у Београду, слева на десно: др Весна Борка Јовановић, др Душко Борка и др Предраг Јовановић.

националног пројекта основних истраживања ОИ 176003 „Гравитација и структура космоса на великим скалама”, који је финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, и који је трајао од 2011. до 2019. године.

Иако ОТР представља стандардну теорију гравитације, са највећим бројем до сада потврђених предвиђања, као што су: савијање зрака светлости у гравитационом пољу (гравитациона сочива), прецесија перихела, гравитациони црвени помак, постојање црних рупа и емисија гравитационих таласа, она ипак има и извесне проблеме. Пример за то је да ОТР није у стању да без увођења додатног скаларног поља (инфлатон) објасни космолошку инфлацију, а без додатне хипо-

тезе о тамној материји не може да објасни равне ротационе криве код спиралних галаксија. То је и основни разлог зашто се развијају теорије модификоване гравитације, које са једне стране настоје да задрже све позитивне стране ОТР, док истовремено покушавају да на природан начин превазиђу те њене наведене проблеме. Управо наша група се у оквиру пројекта ОИ 176003 бавила проверама више таквих теорија модификоване гравитације, на тај начин што су предвиђања тих теорија поређена са посматраним орбитама звезде S2 у близини супермасивног компактнoг објекта *Sagittarius A**. Коришћена су управо посматрања која су вршиле групе предвођене овогодишњим нобеловцима др Генцлом и др Гез. На тај начин тестиране су следеће теори-

је модификовне гравитације: R^n , Јукавина, Сандерсова, хибридна, скалар-тензорска, нелокална гравитација. На Сл. 4 дајемо један пример симулиране орбите, у коме смо за звезду S2 израчунали орбиту у Јукавиној модификованој гравитацији.

Сарадници на пројекту ОИ 176003, др Предраг Јовановић, др Весна Борка Јовановић и др Душко Борка (на Сл. 5), су у претходном периоду из поменуте области остварили веома значајне резултате, који су примећени на светском нивоу, па су их цитирали и овогодишњи добитници Нобелове награде др Генцл и др Гез.

Цитирани радови

Добијени су веома значајни резултати тестирања теорија модификованих гравитација, који су објављени у водећим међународним часописима: *Physical Review D*, *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, као и *Astroparticle Physics*. О значају тих резултата најбоље говори чињеница да је девет научних радова српских научника (Borka et al. 2012, 2013, 2016; Borka Jovanović et al. 2019; Capozziello et al. 2014; Dialektopoulos et al. 2019; Zakharov et al. 2014, 2016, 2018) цитирано укупно 19 пута од стране др Генцла (девет цитата) и др Гез (10 цитата). Наведени радови српских истраживача цитирани су од стране нобеловаца у следећа четири рада, објављена у периоду од 2017. до 2020. године: Hees et al. 2017, Chu et al. 2018, GRAVITY Collaboration 2019, Hees et al. 2020.

ЛИТЕРАТУРА:

Borka, D., Capozziello, S., Jovanović, P., Borka Jovanović, V.: 2016, *Probing hybrid modified gravity by stellar motion around Galactic Center*, *Astropart. Phys.* **79**, 41.
 Borka, D., Jovanović, P., Borka Jovanović, V., Zakharov, A. F.: 2012, *Constraints on R^n gravity from precession of orbits of S2-like*

stars, *Phys. Rev. D.*, **85**, 124004.

- Borka, D., Jovanović, P., Borka Jovanović, V., Zakharov, A. F.: 2013, *Constraining the range of Yukawa gravity interaction from S2 star orbits*, *J. Cosmol. Astropart. Phys.*, **11**.
 Borka Jovanović, V., Jovanović, P., Borka, D., Capozziello, S., Gravina, S., D'Addio, A.: 2019, *Constraining Scalar-Tensor gravity models by S2 star orbits around the Galactic Center*, *Facta Universitatis: Series Phys. Chem. Tech.*, **17**, 11.
 Capozziello, S., Borka, D., Jovanović, P., Borka Jovanović, V.: 2014, *Constraining extended gravity models by S2 star orbits around the Galactic Centre*, *Phys. Rev. D*, **90**, 044052.
 Chu, D. S., Do, T., Hees, A., Ghez, A., et al.: 2018, *Investigating the Binariness of S0-2: Implications for Its Origins and Robustness as a Probe of the Laws of Gravity around a Supermassive Black Hole*, *Astrophys. J.*, **854**, 12.
 Dialektopoulos, K. F., Borka, D., Capozziello, S., Borka Jovanović, V., Jovanović, P.: 2019, *Constraining nonlocal gravity by S2 star orbits*, *Phys. Rev. D*, **99**, 044053.
 GRAVITY Collaboration, A. Amorim et al.: 2019, *Scalar field effects on the orbit of S2 star*, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, **489**, 4606.
 Hees, A., Do, T., Ghez, A. M., et al.: 2017, *Testing General Relativity with Stellar Orbits around the Supermassive Black Hole in Our Galactic Center*, *Phys. Rev. Lett.*, **118**, 211101.
 Hees, A., Do, T., Roberts, B. M., Ghez, A. M., et al., *Search for a Variation of the Fine Structure Constant around the Supermassive Black Hole in Our Galactic Center*, *Phys. Rev. Lett.*, **124**, 081101.
 Zakharov, A. F., Borka, D., Borka Jovanović, B., Jovanović, P.: 2014, *Constraints on R^n gravity from precession of orbits of S2-like stars: A case of a bulk distribution of mass*, *Adv. Space Res.*, **54**, 1108.
 Zakharov, A. F., Jovanović, P., Borka, D., Borka Jovanović, V.: 2016, *Constraining the range of Yukawa gravity interaction from S2 star orbits II: bounds on graviton mass*, *J.*

Cosmol. Astropart. Phys., 5, 045.

Zakharov, A. F., Jovanović, P., Borka, D., Borka Jovanović, V.: 2018, *Constraining the range of Yukawa gravity interaction from S2 star orbits III: improvement expectations for graviton mass bounds*, J. Cosmol. Astropart. Phys., 4, 050.

NOBEL PRIZE FOR PHYSICS FOR 2020 AND RESEARCH IN OUR COUNTRY

Nobel prize for Physics for 2020, is briefly presented, together with the corresponding research on black holes in Serbia (Predrag Jovanović, Vesna Borka Jovanović, Duško Borka).

ДРЕВНИ АСТРОНОМСКИ ИНСТРУМЕНТИ СТАРИХ ГРКА И ЊИХОВИХ НАСЛЕДНИКА

Милан Миљушевић.

(Астрономско друштво „Руђер Бошковић”, Београд)

1. Увод

У претходном броју *Васионе* било је речи о највећем технолошком чуду античке астрономије – Механизму са Антикитере. Но, дати рачунар представља круну вишевековних настојања древних Грка да проникну у тајне Космоса. Ти почеци су, међутим, били веома скромни. Најстарија справа за проучавање неба био је најобичнији штап постављен окомито у земљу и са пратећим бројчаником, све са циљем мерења времена. Тзв. сунчаници су веома брзо почели да се користе и за одређивање године, за коју су неки народи пре Грка (Халдејци и Египћани) давно схватили да нема баш много везе са Месецом, који је са својим менама био најлакши за праћење. Срећом, један од најстаријих таквих сунчаника и данас је делом сачуван, на свом изворном месту.

2. Метонов Хелиотропион

Наиме, негде око 433/2 г. пре Христа, чувени атински астроном Метон поставио је сунчаник, којим је мерио појаве равнодневница и сунцостаја, са циљем тачног одређивања године и усклађивања са Месечевим циклусима. Познат је и његов, „Метонов”,

циклус од 19 година, тј. 235 синодичких месеци, после којих се одређена мена понавља у исти дан. Овог славног астронома, век касније, исмеђавао је чувени комедиограф Аристофан, који у 997. стиху своје комедије „Птице” наговештава Метонову звездару на Колону, предграђу Атине. Но, пуком срећом сачувана нам је схолија на тај стих од историчара Филохора, која каже: „Филохор говори да он (Метон) није подигао ништа на Колону, већ је током архонтства Апсеудија, који беше пре Питодора, поставио „Хелиотропион” (досл. Сунцокрет) на садашњем месту близу скупштине, близу бедема на Пниксу.”

Ту су га и откопали амерички археолози пре више од 100 година у жељи да истраже овај Атински брег толико повезан са појавом демократије. Данашњи изглед Метновог сунчаника показује Сл. 1.

У средишту се налази природна стена која највероватније никада није била предмет обраде. Око ње је уклесан у тло четвртост правилан ров за који се претпоставља да је био носач неке конструкције. Какве – данас нико не може рећи са сигурношћу. Најчешћа претпоставка је да је у средишњу стену био забоден гномон (досл. зналац), док је около њега био подигнут некакав сандук/поклопац од опеке или гипса на коме је стајао полон (четвртка лопте унутар које су били



Слика 1: *Остаци Метоновог Хелиотропиона у Атини.*

урезани бројеви-часови). Све је то пропало још у антици, али као по некој иронији судбине или хиру звезда, у које су стари веровали, савремена атинска звезда отворена је недалеко од тог места. Хелиотропион је Метону послужио и за унапређење постојећег Атичког календара, поред раније споменутог циклуса, те као такав представља јединствено благо и наслеђе из времена свитања астрономије као науке.

3. Андроников хорологијум

Ако постоји једно љупко место из древне Атине које сваки данашњи посетилац може да обиђе и да му се диви, то је онда најсачуванија античка грађевина у целој Грчкој. Добила је име по тајанственом астроному и архитекти Андронику из Кира, који је делао негде почетком 1. в. пре Хр. Данас је много познатија по називу Кула ветрова, а добила га је зато што рељефно показује све Грцима тада познате ветрове. Из антике су нам сачувани спомени чувеног архитекте Витрувија,

који се дивио њеној елегантности, те историчара Варона, савременика Цезара. Паузанија у свом опису Хеладе је не спомиње, вероватно зато што су Римљани већ у доба Цезара неразумно подигли неколико виших грађевина у њеној близини, те је делимично лишили намене.

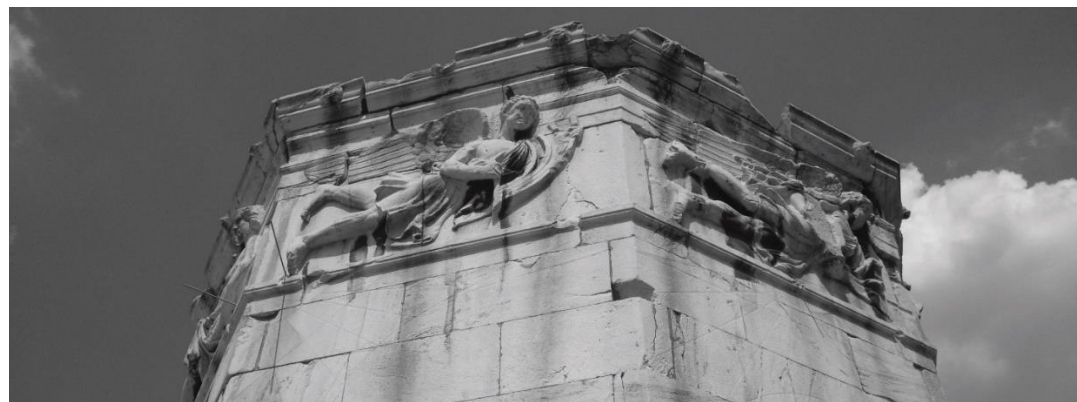
Осмоугаона зграда изграђена је од финог мрамора, те како је већ речено, при врху украшена приликама свих осам ветрова. Свака фигура има свој гномон и скалу која је вероватно у антици била обојена. Чак је и са северне стране, која светлост прима само око дугодневице и то изјутра и у сутон, постављена фигура Бореја са сунчаником. Скале су махом сачуване, па је при савременој реконструкцији свуда постављен водоравни бацач сенке. Купасти кров је на врху имао бронзани ветроказ у виду „Тритона који у десној руци држи прут“ (Витрувије 1.6.4), који је указивао на неку од осам скулптура, а који је давно нестао.

Ова грађевина, потпуно посвећена мерењу времена, не би могла у потпуности бити искоришћена у време када још није било ме-



Слика 2: Кула ветрова – североисточни улаз са два делимично сачувана коринтска стуба. Остатак портика се види изнад врата. Сасвим лево назире се округла грађевина за смештај воденог резервоара. Пар фигура ветрова је на врху.

ханичких часовника да се генијални архитекта није постарао за резервни прибор – водени часовник или клепсидру. Цео овај механизам је почињао споља на јужном зиду, у виду кружног додатка, кућишта, у коме је био метални казан за воду, вероватно допремљену са Акропоља (Сл. 2). Чак је и овај, са спољне, мраморне стране имао сунчаник и поред оног постојећег изнад њега, посвећеног Ноту (Југу), и није јасно ради чега је то урађено (Сл. 3). Може бити да је у питању другачија скала мерења времена, прилагођена страним трговцима на Агори (тржници). Из тог резервоара, који је, вазда пун, служио за прихват воде са висине, те давању сталног притиска исте механизму, вода је посебним каналом довођена у мањи резервоар, а одатле у унутрашњост механизма (Сл. 4), који је највероватније био сличан Ктесибовој клепсидри. Неки историчари нагађају да је осим клепсидре хидраулични и/или механички део покретао и планетаријум. За претпоставити је да је клепсидра била доступна непрекидно и осветљена ноћу, тако да су Атињани били ретки ако не и једини људи који су тада могли знати тачно време у сваком тренутку. Детаљним испитивањем откривено је да је унутрашњост била у живопису, па је уз све остале украсе хорологијум био не само техни-



Слика 3: Јужна страна Куле ветрова. Лево је Липс (југозападњак), који гура крму брода. Десно је Нотос, који носи ћуп са водом (оштећен), симбол кише, а и јасна алузија на казан који је напајао клепсидру и чијег кућишта остаци се виде испод њега. Стопало код Липса и средина Нота бацају сенку гномона.



Слика 4: Унутрашњост Куле ветрова. На поду се виде канал и лежиште којим је вода довођена у средишњи казан воденог часовника, који су красила, како се верује, три мраморна кипа. Виде се и кружни жлебови на којима је стајала цела конструкција.

чко и архитектонско већ и уметничко чудо, тим пре што је сјајан показатељ способности човековог ума да укроти и искористи четири основна елемента у које су његови творци веровали: светло, ветар, воду и камен.

Грађевина је пропала у постантничком

времену, а Турци су је чак претворили у цамију, но неким чудом се одржала да посведочи о великом грчком генију и данас се може видети у тзв. Римској агори, у делу Атине званом Плака. Заслужује сваку посету, а и опширнији чланак од овог, скраћеног само због опширности теме.

4. Сунчаник из Просимне



καρκίν | ος δίδυμοι
λέων | ταῦρ(ος)
παρθέν(ος) | κριός
ζυγός | ιχθῦς(ς)
σκόρπι(ός) | ὕδρηχό(ος)
τοξότης | αἰγόκε(ρως)

Cancer	Gemini
Leo	Taurus
Virgo	Aries
Libra	Pisces
Scorpio	Aquarius
Sagittarius	Capricorn

Слика 5: Сферни сунчаник. На снимку се виде називи зодијачких сазвежђа. Лево се види подневак који их дели у две групе. Виде се рупичаста лежишта металне конструкције нејасне намене.

Археолошки музеј у Нафплију поседује једну од астрономских загонетки древног света: сферични сунчаник (Сл. 5). Само још један сличан је пронађен, у Италији (глобус из Мателике), али једноставније израде. Тачан начин употребе овог сунчаника још није потпуно објашњен, па ће бити да је то разлог што ни његова копија није изложена у музеју већ у депоу истог, где је љубазношћу особља допуштено аутору да је фотографише. Пречника око 53 cm, има ктиторски запис те пратеће натписе астрономске намене. Два велика круга пресецају лопту. Први је окомита линија подневка (меридијана), а други је водоравна линија (полутар-екватор?) која пресеца прву. Око ове две линије распоређена су имена сазвежђа Зодијака (таб. уз Сл. 5); Од крајева водоравне линије па до дела лопте намењеног зениту, налази се 13 рупа у којима су били бронзани клипови – или да би држали неку структуру или да би као гномони сенком указивали на час (што је по новим истраживањима одбачено). Наиме, тренутно преовлађујуће мишљење је да је овај сунчаник показивао време сенком терминатора, а не казаљке. Сам сунчаник је направљен негде у време кад и Андроников хорологијум, али је потом дарован свештеници Хериног храма, у чијем подножју је сачекао пар миленијума касније и археологе.

5. Армиларна сфера, астролаб и квадрант

Освајања Александра Македонског су, поред политичког и уметничког, имала огroman утицај на науку. Доступност података хиљадугодишњих мерења халдејских астролога су Грцима умногоме омогућила експлозију научног приступа у астрономији. Мноштво старих и сирових података је могло да се искористи за методичан приступ у разјашњавању небеских појава. После пионирских радова Метона и Еудокса уследили су детаљни радови Аристарха, Хипарха и, на крају, Птоломеја. Потребна за све тачнијим подацима изазвала је потребу за справама саврше-

нијим од сунчаника, шестара или угломера. Један такав инструмент је и Птоломејев астролаб, познатији као армиларна сфера. На Сл. 6 (лево) је савремена реконструкција из Атинског музеја. Приписан пре свих Ератостену, а усавршен од Птоломеја, у основи ово је планетаријум који симулира привидно кретање небеског свода. У средишту је Земља, окружена трима појасевима. Најшири је појас еклиптике, тј. Зодијака, на коме је приказано сликом или речју свих 12 зодијачких сазвежђа. Покретањем одговарајућег точка појас се обрће у складу са датумом и приказује положај Сунца у датом тренутку и координате небеских тела. Поред овог појаса, представљени су полутар и подневак (екватор и меридијан). Коришћен је у школи, као и у научне сврхе, све до пре пар векова.

Спрам њега, астролаб представља много сложенији инструмент, за који се слободно може рећи да је астрономима био најомиљенији пре појаве телескопа. Много једноставнији од раније описаног¹ (Архимедовог?) механизма са Антикитере, а сложенији од армиле или квадранта, негде од 3. в. пре Хр. постаје неизбежан део опреме сваког озбиљнијег научника. Настао, како се то говорило, из брака планисфере и диоптре, астролаб је пре могао бити аналогни рачунар. Из античког света преузели су га православни научници (на западу му се замеће траг) ради правилног израчунавања покретних празника и макар основног одржавања античких знања о небу. Одатле прелази у исламски свет, где се користи и за одређивање правца Меке, а од муслимана се враћа у западни свет негде у 11 в. У позном средњем веку долази и до његовог усавршавања, па настају такозвани универзални астролаби. Наиме, као и сваки инструмент заснован на сферној астрономији и астролаб је зависан од места посматрања. Смештен је у кружно кућиште (мајка), које са задње стране има показивач (лењир/алидада) са рупицама кроз које се врши пос-

¹ *Васиона* 4/2020, стр. 81, од истог аутора.



Слика 6: Слева на десно: армиларна сфера, астролаб (предњи део) и квадрант (без казаљке, чије лежиште је доле десно).

матрање небеског тела. Такође, на задњој страни је угравиран и зодијачки круг, месеци, дани и часови, тј временске координате и скала од 360 степени. На предњој страни се читава кружна „плоча”, која је код универзалног астролаба променљива у зависности од тога колико је посматрач северно од полутара. На њој су угравирани кругови алмукантара и азимута. Изнад ње је прстен који садржи део који су Арапи звали паук (зато што се покретао изнад плоче која је имала мрежу од координата). Поједини језичци су звезде на небу. По читавању лењиром неког небеског тела са задње стране, у раван лењира се доводио (уз помоћ казаљке) паук, па се читавала висина и других звезда на небу, као и тачно време. Наравно, могао се користити и у супротном смеру, дакле за одређивање положаја из датог времена. Ал Суфи је у 10. в. у одушевљењу овом справом, претерао говорећи да има 1000 различитих намена, што је свакако превише.

На Сл. 6 (у средини) је месингани астролаб, који је 1328. направио звездар Ахмад ибн Ал Сарац. Угравирана су још четири имена наредних власника, а сачувано је укупно пет плоча за разне географске ширине. Због ограничености простора, на снимку су изостављене остале плоче.

Квадрант је много једноставнија верзија астролаба, коришћена за једноставно одређивање висине небеског тела и тачног времена. На Сл. 6 (десно) је један од слоноваче, из 1340, коме недостаје казаљка. Посматрач би кроз прорезе на полупречнику замишљеног круга (по чијој је четвртини квадрант и добио име) читавао висину небеског тела, а казаљка би слободно висила управна на тло посматрача, те читавала степен нагиба и време. Добијене вредности су савњиване са онима добијеним осталим справама и/или мапама. И астролаб и квадрант су временом постали најомиљенији део опреме помораца, па тако и Колумба на његовом бесмртном путовању. Астролаб и квадрант на Сл. 6 су из Музеја ислама у Атини. Инструменти нису у сразмери један са другим.

6. Преносни сунчаник и компас

Управо негде пред свитање телескопске астрономије, персијски звездар Мухамед Тамир је начинио овај преносни инструмент од сребра. Прелеп спој науке и златарства, овај инструмент је показивао стране света по сваком времену, као и време по сунчаном. Данас се чува у Исламском музеју (Сл. 7).



Слика 7: Сребрни преносиви компас-сунчаник.

7. Пасхалион

Астрономски инструменти су од свог почетка коришћени и за верске намене јер је увек постојала потреба да се одреди тачан датум слављења празника. Томе је и служио овај једноставни картонски „рачунар“ – за израчунавање положаја Сунца и Месеца, а које су православни Грци негде у 17. и 18. веку користили за одређивање датума Ускрса (Пасхе) и осталих покретних празника, покретањем средишњег дела са казаљком. Далеки је и више него осиромашени наследник раније описаних инструмената. Строго говорећи, пасхалион је био назив за пратећи свитак, тј. пергамент, са исписаним данима, на коме се то радило, али и овакви калкулатори су свакако касније постали достојна помоћ. Онај на Сл. 8 је из Хришћанског музеја у Атини.



Слика 8: Пасхалион.

8. Епилог

Како је ова прича о античким инструментима почела једним сунчаником, нек се сунчаником и заврши. На Сл 9 (лево) је типичан антички сунчаник, са Лефкаде, потом (у средини) један изнад Дионисовог позоришта, на јужном обронку Акропоља, тик испод потпорног зида, и (десно) клепсида из музеја на Агори (делимично реконструисана). Грчко тло, обасјано Сунцем и окупано морима, свакако је било захвално за такав начин мерења времена, а како и ови примерци сведоче, такви часовници су својом лепотом красили свакидашњицу тадашњег човека, много зависнијег од небеских прилика и прожетог природом.

(Сви снимци у чланку су из приватне колекције аутора.)



Слика 9: Остаци античких грчких часовника – два Сунчева (лево и у средини) и воденог (десно).

ЛИТЕРАТУРА:

- ***: 2008, *The tower of the Winds at Athens*, Hellenic ministry of culture.
 Kourouniotes K., Thompson, K. A.: 1932, The Pnyx in Athens, *Hesperia*, **1**, 207.
 Schaldach K., Feustel O.: 2013, The globe dial of Prosymna, *Bulletin of the British Sundial Society*, **6**, September, 6–12.

OLD ASTRONOMICAL INSTRUMENTS OF THE ANCIENT GREEKS AND THEIR SUCCESSORS

Brief description of various astronomical instruments is given, from different locations in Greece (authors' image collection). Descriptions are for Meton's sundial, Tower of the winds, Prosymna globe, armillary sphere, astrolabe, quadrant, pashalion and few others.

ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

ВЕЛИКА КОНЈУНКЦИЈА ЈУПИТЕРА И САТУРНА 2020.

Жарко Мијајловић

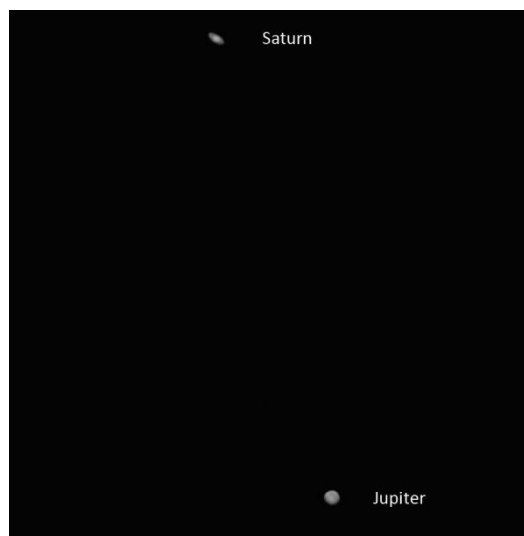
(Институт за математику САНУ, Београд)

Током 2020. догодила су се два занимљива астрономска феномена. Први је био релативно близак пролазак комете NEOWISE C/2020F3, која се могла видети голим оком као објекат прве магнитуде крајем пролећа и почетком лета. О тој комети објављена је информација, као и њен снимак у претходном

броју Васионе¹. Други догађај био је блиска конјункција великих планета Сунчевог система – Јупитера и Сатурна – 21. децембра. Сама конјункција јесте тренутни догађај, али

¹ *Васиона* 4/2020, стр. 120. и IV стр. корица.

узајамно приближавање планета пре и удаљавање после тог минимума је постепено и траје неколико дана. Тако, овај спектакл се могао посматрати заправо бар две недеље, по недељу дана пре и после овог датума, с обзиром на то да је у том периоду угаоно растојање између планета било мање од једног степена. Дакле, у то време обе планете могле су се посматрати и снимати у истом видном пољу помоћу малих телескопа (Сл. 1). Нај-



Слика 1: Снимак са кратким временом осветљавања (0,25 s), на коме се може назрети Сатурнов прстен. С обзиром на кратко осветљавање, сателити нису видљиви. Снимио Жарко Мијајловић 19. XII 2020.

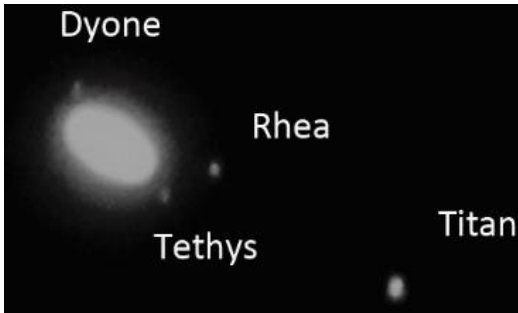
мање растојање, од шест лучних минута, достигнуто је наведеног дана. Циљ ми је био да снимим тај догађај или узајаман положај планета у неком дану блиском самом дану конјункције. Срећну околност представљала је чињеница да је то био период најкраћих обданица у години. Сунце је залазило око 16^h, док је овај планетарни пар залазио у 18^h. Дакле, планете су се могле посматрати и снимати отприлике један сат, наравно са погодног места и уколико су то допуштале временске прилике. Несрећну околност чиниле су управо лоше атмосферске околности – ве-

лика облачност и распрострањена магла тих дана.

У очекивању да ћу ухватити неку ведру ноћ, неколико дана пре конјункције отишао сам на Маљен², на локацију Тометино поље, која се налази на 750 метара надморске висине. Преко дана одавде се пружао леп поглед на оближње планине, а у ведрим ноћима небо је било осуто звездама, док се Млечни пут јасно исцртавао на небеском своду. Уз то, светлосно загађење је било незнатно с обзиром на то да је посматрачко место удаљено три километра од осветљеног средишта дивчибарског насеља. Посрећило ми се 19. децембра, када је освануо ведар дан, без измаглице и облака. Овакве временске прилике остале су све до вечери и касно у ноћ. Припремио сам опрему, која се састојала од телескопа (без коректора поља) и фотоапарата Б (видети одељак Опрема). За моје посматрање и снимање прочуло се у околини, па се предвече на посматрачком месту појавило неколико мештана и група од осморо средњошколаца који су дошли да викенд проведу на овој лепој планини (била је субота). Сећам се двојице браће, Душана и Стефана Димитријевића, који су били некако најагилнији у посматрању, па и помагању приликом постављања опреме. За већину из те групе било је то прво посматрање телескопом, па је било прилично одушевљења када је угледала Сатурнов прстен, Јупитерове појасеве и Галилејеве сателите.

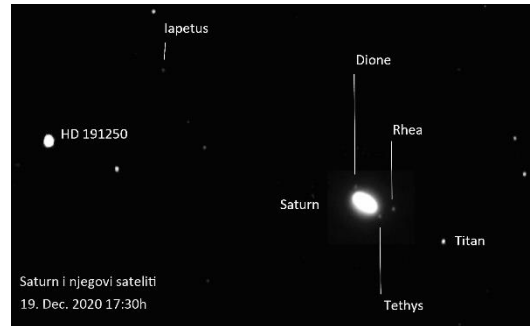
Снимци су направљени у природном положају планета, онако како су се виделе голим оком на небеском своду (Сл. на III стр. корица). Такође је снимљено пет Сатурнових и три Јупитерова сателита. Снимљени су Сатурнови сателити (Сл. 2): Титан (Titan, 8^m), Реа (Rhea, 10^m), Тетис (Tethys, 11^m), Диона (Dione, 11^m) и Јапет (Iapetus, 12^m) – у загадама се налазе латинска имена сателита и њихове привидне магнитуде. Јупитер је био магнитуде –2,0, Сатурн 0,6. За амбициозни-

² Планина у западној Србији (прим. ред).



Слика 2: Увећан слика Сатурна и четири његова сателита. Снимио Жарко Мијајловић.

јег читаоца, који жели да на небеској карти провери положај ових планета у тренутку снимања, на фотографији (Сл. 3) сам, ради оријентације, означио у њиховој близини зве-



Слика 3: Сатурн, пет његових сателита и звезда HD 191250. Снимио Жарко Мијајловић.

зду HD 191250, седме привидне магнитуде. Такође су снимљени Јупитерови сателити: Европа, Ганимед и Калисто (Сл. 4). Ио, четвр-



Слика 4: Снимак Јупитера и Сатурна од 19. децембра, када су се ове планете приближавале конјункцији. Приликом саме конјункције, 21. децембра, растојање између њих било је нешто мање од половине растојања представљеног на снимку. Параметри фотографије: ISO 400, време осветљавања 15 s. При оволиком излагању ликови планета су преосветљени, али се зато виде сателити. Снимио Жарко Мијајловић.

ти Галилејев сателит, мада није био закљоњен Јупитером, био је превише угаоно близу својој планети и тако био маскиран њеном јаком светлошћу. Из тог разлога није присутан на фотографијама. Идентификација Сатурнових и Јупитерових сателита урађена је коришћењем софтвера „Стеларијум”. У следећа два дана, 20. и 21. децембра, није било могућности за даље снимање, с обзиром на то да је небо било прекривено облацима.

Исте вечери, 19. децембра, направио сам још једну занимљиву фотографију – снимао тамне маглине „Коњска глава” у сазвезђу Орион (Сл. на I стр. корица). Телескоп је био исти, а камера је овог пута била А, са Хабловом палетом филтера.

Напомене

Мада је небо било ведро снимци немају највиши квалитет из два прилично објективна разлога. Прво, у тренутку снимања још увек је трајао сумрак, права ноћна тама још није сасвим наступила. Планете су биле на заласку, тј. на западу, те је још увек светли фон неба уносио сметњу. Други разлог био је веома низак положај планета, па је хроматска аберација саме атмосфере била присутна и јака. Најзад, мада је Месец био у релативно малој фази, ипак је био прилично близу овом двојцу планета, па је својим сјајем и он донекле уносио сметњу.

Наведимо неколико историјских и астрономских околности које су пратиле овај догађај. Конјункција небеских објеката, на пример двеју планета, дефинише се као њихов довољно близак сусрет на небеском своду гледано са Земље. Дакле, то је локални минимум њиховог угаоног растојања – угла између радијус вектора са заједничким почетком у центру Земље¹ и крајевима на планетама. Појам „близак сусрет“ је неодређен, али се обично узима да конјункција настаје а-

ко је тај угао мањи од 5°. У случају Јупитера и Сатурна тај услов је увек испуњен, с обзиром на мали угао између еклиптике и орбиталних равни Јупитера и Сатурна. У случају Меркура и Венере, на пример, локални минимум угаоног растојања може бити и 20°, али такво приближавање не би се квалификовало као конјункција. Уколико је тај угао мањи од 10’ онда се овај догађај назива „велика конјункција”. Зато је недавни догађај био велика конјункција Јупитера и Сатурна. Конјункције Јупитера и Сатурна настају периодично, отприлике једном у 20 година, а периода се може прецизно израчунати помоћу формуле:

$$T = \frac{1}{\frac{1}{Y_J} - \frac{1}{Y_S}} (= 7253,46 \text{ дана}),$$

у којој су $Y_J = 4332,59$ и $Y_S = 10\,759,22$ орбитални периоди Јупитера и Сатурна респективно, изражени у данима.

У *Википедијум* чланку „Great conjunction” наведена је табела свих конјункција Јупитера и Сатурна за период 1200–2400. године, која укључује и угаоно растојање. Прегледом ове табеле види се да су велике конјункције ретки догађаји. Претходна велика конјункција (6,8’) догодила се 1563. године, али није била видљива јер су ове планете тада боравиле на дневном небу. Пре тога, 1226. године, догодила се велика конјункција која се могла посматрати на ноћном небу. Угаоно растојање било је свега 2,1’, па је то био још већи спектакл од овог коме смо недавно присуствовали. Можда су се тада Јупитер и Сатурн „стопили” у један објекат (резолуција људског ока је 1’, међутим Јупитер и Сатурн не видимо као тачкасте него као нешто распрострарене изворе). Следећа велика конјункција, такође видљива на ноћном небу, биће 2080, са приближно истим угаоним растојањем као у 2020. Споменимо велике конјункције из 1793. пре Нове ере (1,3’) и 4523 (1,0’), када је визуелна раздвојеност Јупитера и Сатурна била, односно када ће бити, на

¹ С обзиром на велика растојања, Земљина кугла може се поистоветити са својим центром.

границы резолуције људског ока. Најзад споменимо да је за прелазак велике конјункције у окултацију⁴ потребно да угаоно растојање буде мање од око 40", с обзиром на то да је угаони пречник обеју планета (Сатурна са прстеном) тог реда величине. Прорачуни указују на две такве окултације – 6857. године пре Нове ере и пет и по миленијума након данашњице, 7541. године. Рачуни за ове далеке године ипак нису савим извесни јер нису узете у обзир могуће пертурбације које настају услед узајамног гравитационог ефекта планета на њихове путање, који има кумулативан карактер.

У медијима је објављивано да из конјункција Јупитера и Сатурна настаје „Божихна звезда”. Овој, па ни другим конјункцијама ових планета, не може се приписати тај назив, из простог разлога – и да је спајање прешло резолуцију ока, добијена „звезда” би била такоређи истог сјаја као и Јупитер, с обзиром на формулу

$$m = m_1 - 2,5 \log(1 + 2,512^{m_1 - m_2})$$

за комбиновану магнитуду два извора. Како је m_1 (Јупитер) = $-2,0$ и m_2 (Сатурн) = $0,6$, комбиновани објекат био би звездане величине $m = -2,1$, дакле незнатно светлији од Јупитера.

ПОМРАЧЕЊА, КОНЈУНКЦИЈЕ ПЛАНЕТА И ГОДИШЊА ДОБА 2021.

1. ПОМРАЧЕЊА СУНЦА И МЕСЕЦА У 2021.

Током 2021. године догодиће се два помрачења Сунца и два Месеца:

– потпуно помрачење Месеца, 26. маја;

⁴ Потпуно или делимично преклапање дискова планета. У овом случају, прелазак Јупитеровог диска преко Сатурновог.

Опрема

Телескоп

1. оптичка цев: апохроматски рефрактор Skywatcher 120ED (оптика са флуоритом), $D = 120 \text{ mm}$ (4,75 inch), $F = 900 \text{ mm}$;
2. коректор поља Skywatcher Esprit 120ED;
3. Екваторијална монтажа Skywatcher EQ6 Pro SynScan GoTo.

Камере

- А – SBIG stf 8300 monochrome, 8,3 Мрх, са о-смпозиционим филтерским точком са самовођењем;
- Б – Canon EOS.

ЛИТЕРАТУРА:

- https://en.wikipedia.org/wiki/Great_conjunction
<https://www.nasa.gov/feature/the-great-conjunction-of-jupiter-and-saturn>

GREAT CONJUNCTION OF JUPITER AND SATURN 2020

Photos of Jupiter, Saturn and their satellites, taken on 19th of December 2020, near the great conjunction of 21st of December, are presented and discussed.

- прстенасто помрачење Сунца, 10. јуна;
- делимично помрачење Месеца, 19. новембра;
- потпуно помрачење Сунца, 4. децембра.

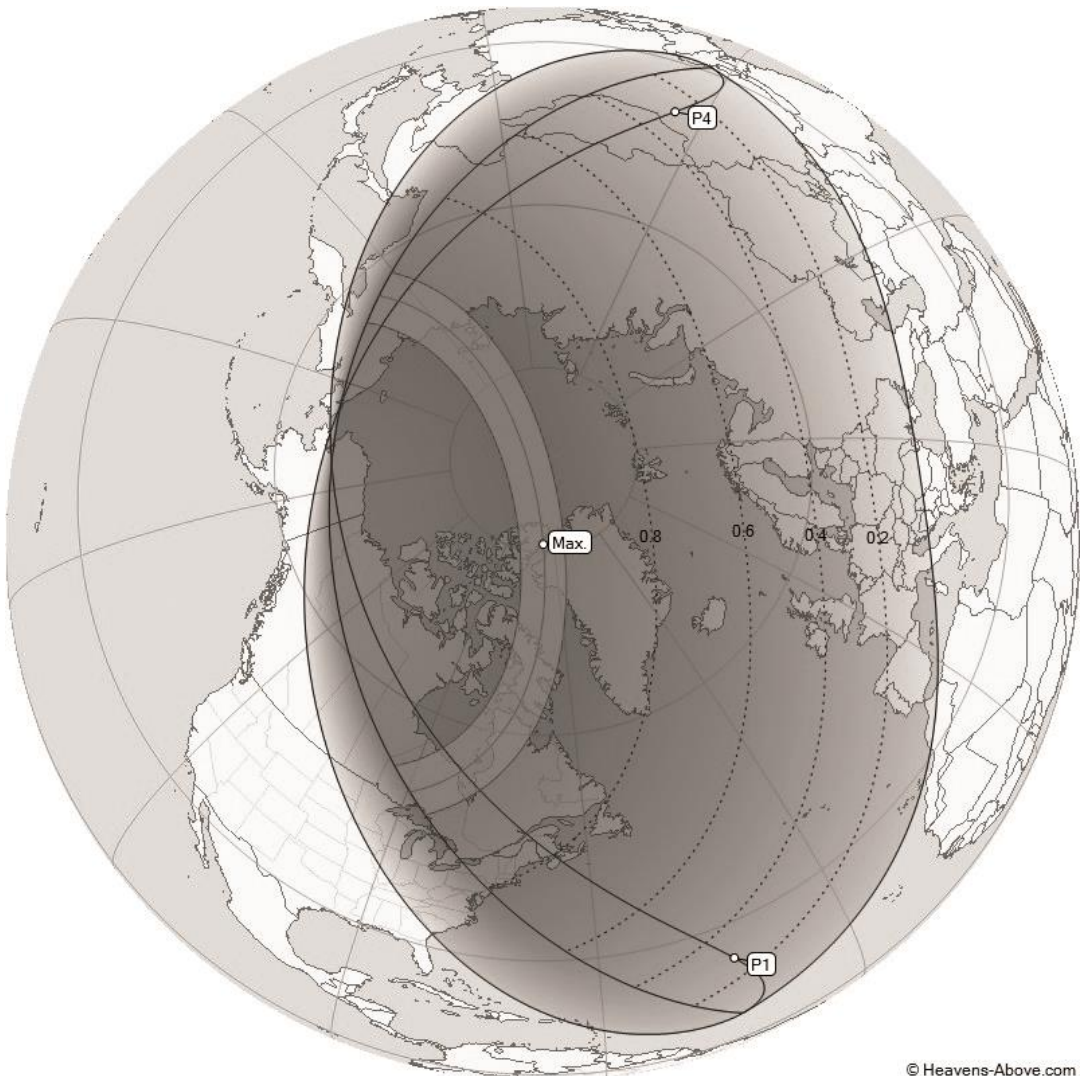
Помрачења Месеца и потпуно помрачење Сунца неће се видети из наше земље. Само ће, током прстенастог помрачења, Сунце бити незнатно окрзнуто, што ће се видети једино из северних делова Србије.

Потпуно помрачење Месеца, 26. маја

2021, прво после оног од јануара 2019, видеће се у деловима југоисточне Азије, Аустралији, Океанији, Северној и делу Јужне Америке.

Прстенасто помрачење Сунца одиграће се у уторак, 10. јуна, и то је једино помрачење у XXI веку при коме путања прстенасте фазе прелази преко Северног пола (Сл. 1). Почеће у Канади, прећи ће север Гренланда и Северни пол и завршиће се на североисто-

ку Сибира. Највећа ширина зоне прстенастог помрачења је 527 km, најдуже трајање „прстена” 231 s, а покривеност Сунчевог диска 0,9435. У северним деловима Србије видеће се као делимично помрачење, током кога ће Сунчев диск бити мало окрзнут. У Суботици ће почети у 12:16:32,1 CEST (Central European Summer Time [Средњоевропско летње време] = UTC + 2 h; UTC [Universal Time Coordinated – Координисано светско време]),

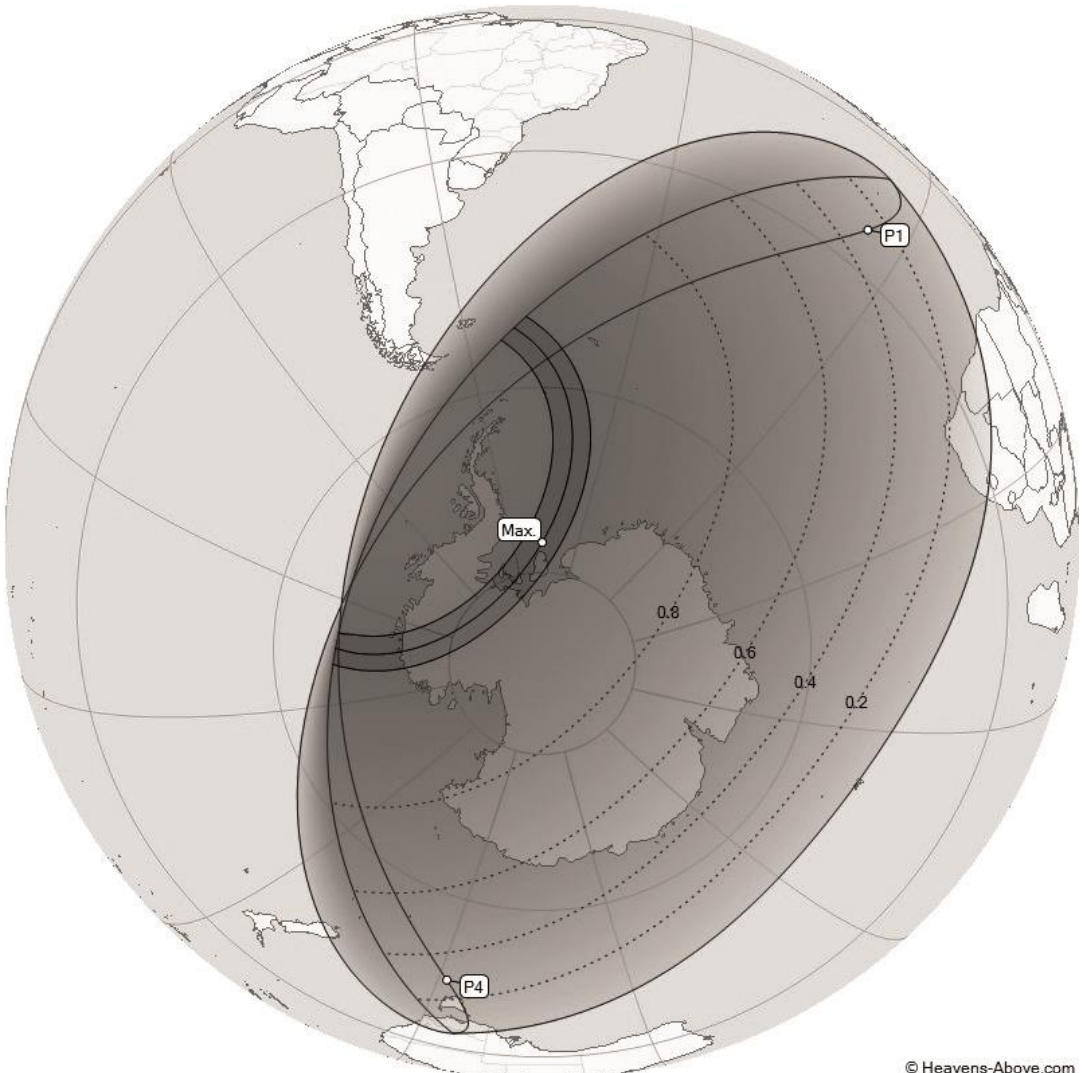


Слика 1: Прстенасто помрачење Сунца 10. јуна 2021.

максимум ће бити у 12:45:56,4, а завршиће се у 13:15:35,5. Величина ће му бити 0,038, а затамњење 0,89%. У Новом Саду ће почети у 12:27:16,9, максимум ће бити у 12:45:29,4, а завршиће се у 13:03:47,0. Величина ће му бити 0,014, а затамњење 0,20%. У Глојану, где је опсерваторија Јарослава Францистија, почеће у 12:25:05,7, у 12:44:46,9 ће бити максимум, а завршиће се у 13:04:34,6. Величина ће му бити 0,017, а затамњење 0,25%. И на кра-

ју, у Вршцу, где је астрономска секција Природњачког друштва „Геа”, у 12:41:01,7 ће почети, максимум ће бити у 12:49:31,9, а завршиће се у 12:58:03,0. Величина ће му бити 0,003, а затамњење 0,02%.

Делимично помрачење Месеца започеће 18. новембра у делу Аљаске и на Хавајима, а главни део ће се одвијати 19. новембра у Азији, Аустралији и обема Америкама. Из Европе неће бити видљиво.



© Heavens-Above.com

Слика 2: Потпуно помрачење Сунца 4. децембра 2021.

Док ће јунско помрачење Сунца бити на Арктику, потпуно помрачење 4. децембра одвијаће се на Антарктику (Сл. 2). Оно је необично јер путања помрачења иде са истока на запад, док уобичајено иде са запада на исток. Овакав, обрнут смер кретања помрачења могућ је само у поларним областима. Највеће трајање тоталитета биће један минут и 54 секунде, величина 1,0367, а ширина зоне тоталитета 419 km.

2. КОНЈУНКЦИЈЕ ПЛАНЕТА У 2021.

Током 2021. године догодиће се пет главних конјункција планета (Таб. 1).

Конјункција Марса и Урана догодиће се у петак, 22. јануара, са најближим прилазом у 00:34 CET (Central European Time [Средњоевропско време] = UTC + 1 h). Обе планете имаће исту ректасцензију, а Марс ће проћи 1°43' северно од Урана. Из Београда, појава ће бити видљива на вечерњем небу, 57° из-

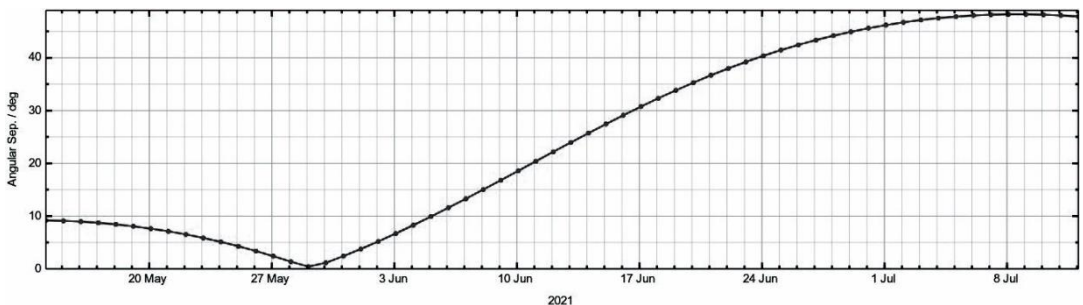
над јужног хоризонта, када у 17:04 небо постане довољно мрачно. У 17:47, достићи ће највишу тачку на небу, 58° изнад јужног хоризонта. Моћи ће да се посматра до 23:41, када ће сићи испод 10° изнад западног хоризонта. Марс ће имати привидну величину 0,2, а Уран 5,8, и обе планете биће у сазвежђу Овна. Пар ће моћи да се види догледом.

Конјункција Меркура и Венере (Сл. 3) одиграће се у суботу, 29. маја, са најближим прилазом у 07:20 CEST (05:20 UTC). Планете ће имати исту ректасцензију, са Венером која пролази 0°24' северно од Меркура. Из Београда, пар тешко да ће се моћи посматрати, зато што ће се налазити не више од 8° изнад хоризонта. Постаће видљив око 20:34 CEST, 8° изнад северозападног хоризонта. Затим ће силазити према хоризонту, где ће заћи један час и 24 минута после Сунца, у 21:35. Привидна величина Венере биће -3,9, а Меркура 2,3, и налазиће се у сазвежђу Бика.

Конјункција Венере и Марса биће у уто-

Датум	Време (UTC)	Планета 1	Планета 2	Међусобно угаоно растојање
21. 01.	23:34	Марс	Уран	1°43'
29. 05.	05:20	Меркур	Венера	0°24'
13. 07.	07:06	Венера	Марс	0°29'
19. 08.	04:06	Меркур	Марс	0°04'
29. 12.	01:02	Меркур	Венера	4°13'

Таблица 1: Конјункције планета у 2021. години.



Слика 3: Промена угаоног растојања између Меркура и Венере, од средине маја до средине јула 2021. На апсцисној оси је дато време (датуми), а на ординатној угаоно растојање у степенима. (<https://in-the-sky.org/graphs.php>).

рак, 13. јула, са најближим прилазом у 09:06 CEST (07:06 UTC). Оба небеска тела имаће исту ректасцензију, а Венера ће проћи $0^{\circ}29'$ северно од Марса. Из Београда ће пар постати видљив око 20:44 CEST како сумрак измиче, 11° изнад западног хоризонта. Затим ће силазити према хоризонту, залазећи један сат и 31 минут након Сунца, у 21:51. Венера ће имати привидну величину $-3,9$, а Марс $1,8$. Оба небеска тела биће у сазвежђу Лава, довољно близу једно другом да стану у видно поље телескопа, али ће такође бити видљива голим оком или кроз двоглед.

Конјункција Меркура и Марса, 19. августа, неће се видети из Србије јер ће Сунце бити високо изнад хоризонта када се планете највише приближе једна другој, а у сумрак оне ће бити највише 1° изнад хоризонта у Суботици, Новом Саду и Београду, а 2° на југу Србије (Ниш, Лесковац, Врање).

Последња од главних конјункција међу планетама биће између Венере и Меркура, у среду, 29. децембра, у 02:02 СЕТ. Венера и Меркур ће имати исту ректасцензију, с тим што ће Венера проћи $4^{\circ}13'$ северно од Мер-

кура. Из Београда ће пар бити тешко посматрати, јер ће се налазити до 9° изнад хоризонта. Планете ће постати видљиве око 16:23 како сумрак измиче, 9° изнад југозападног хоризонта. Затим ће се спуштати према хоризонту, залазећи један сат и 31 минут после Сунца, у 17:32. Венера ће имати привидну величину $-4,4$, а Меркур $-0,7$. Обе ће бити у сазвежђу Стрелца. Пар ће бити превише „развучен” да би се уклопио у видно поље телескопа, али ће бити видљив голим оком или кроз двоглед.

3. ГОДИШЊА ДОБА У 2021.

Пролеће почиње у суботу, 20. марта, у 10:37 СЕТ и траје 92 d 17 h 54 m.

Лето почиње у понедељак, 21. јуна, у 5:32 CEST и траје 93 d 15 h 49 m.

Јесен почиње у среду, 22. септембра, у 21:21 CEST и траје 89 d 20 h 38 m.

Зима почиње у уторак, 21. децембра, у 16:59 СЕТ и траје 88 d 16 h 23 m.

Милан С. Димитријевић

IN MEMORIAM

ПРОФ. ИЛИЈА ЛУКАЧЕВИЋ (1935–2020)

Бојан Арбутина

(Катедра за астрономију, Математички факултет, Универзитет у Београду; Београд)

Проф. др Илија Лукачевић (Сл. 1–3) рођен је у Београду 13. новембра 1935. У Београду је завршио основну и средњу школу, након које се 1954. уписује на Природно-математички факултет (ПМФ) Универзитета у Београду и започиње студије на Групи астрономије. После две године прешао је на Групу механике, на којој је дипломирао фебруара 1960. године. Крајем 1961, по повратку са служења војног рока, уписује се на пос-

ледиломске студије на истој групи, да би 1965. одбранио магистарски рад „О савршеном наелектрисаном флуиду у општој теорији релативности”. Докторирао је на ПМФ 1968. године, у области механичких наука, са дисертацијом „Алфвенови таласи у релативистичкој магнетохидродинамици”. Његов ментор при изради докторске дисертације био је проф. Татомир Анђелић. Пре него што је докторирао, школске 1966/67. године, као



Слика 1: Проф. др Илија Лукачевић (преузето из „Споменица – 125 година Математичког факултета”, уред. Н. Бокан, Математички факултет Универзитета у Београду, 1998).

француски стипендиста усавршавао се у области релативистичке механике код проф. Андреа Личнеровича (*André Lichnerowicz*) на *Collège de France* у Паризу. Изабран је за асистента на Катедри за механику ПМФ 1961. године, за доцента 1970, ванредног професора 1979. и, коначно, редовног професора 1986. године. Пензионисан је 30. априла 2001.

На ПМФ, касније Математичком факултету Универзитета у Београду, држао је, као асистент, вежбе из предмета Статика, Теорија осцилација, Аналитичка механика и Тензорски рачун, а као наставник предавања из предмета Статика, Елементи рационалне механике, Теорија релативности, Магнетохидродинамика, Рационална механика, Аналитичка механика, Тензорски рачун са применама у механици и Небеска механика и теорија кретања Земљиних вештачких сателита.



Слика 2: Проф. Илија Лукачевић са фотографијом свог деде, пуковника Војислава Анђелковића (1880–1979), хероја Првог светског рата.

Објавио је више научних радова, као и универзитетски уџбеник „Основе теорије релативности”. У научном раду бавио се примарно општом теоријом релативности и њеним модификацијама. Интересовање за теорију релативности (специјалну и општу) на Катедри за механику започиње 1960-их са проф. Растком Стојановићем, проф. Марком Леком и Илијом Лукачевићем. На почетку свог научног рада, као што се види из његове докторске дисертације и библиографије, проф. Лукачевић је био заинтересован за релативистичку генерализацију Алфвенових ударних таласа класичне магнетохидродинамике, да би средином 1980-их почео да се интересује за алтернативне теорије гравитације и посебно Розенову (*Nathan Rosen*) биметричку теорију. Велику већину радова објавио је самостално. Из доступне библиографије се види да је у коауторству имао само један стручни рад, са проф. Марком Леком, и по један научни рад са проф. Смиљом Милановић и доц. Златком Ђатовићем.

Проф. Лукачевић учествовао је на број-



Слика 3: Илија (лево) и Стефан Лукачевић, унуци пуковника Војислава Анђелковића, приликом предаје на чување САНУ колекције одликовања њиховог деде 2019. године.

ним међународним и националним конгресима и конференцијама, првенствено на Југословенским конгресима за механику, који су се одржавали сваке две године, а касније на Националним конференцијама астронома Југославије (Србије). Од међународних скупова, учествовао је на Првом европском конгресу астронома у Атини 1972. године, на Међународном астронаутичком конгресу у Прагу 1977. године, као и на Конгресу Немачког друштва за примењену математику и механику (*GAMM – Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik*) у Дубровнику 1985. године. У оквиру студијских боравака (у склопу научне размене) проф. Лукачевић два пута је држао предавање у Москви (у јесен 1974. и 1981), једном у Будимпешти (маја 1980) и једном у Паризу (током петнаестодневног боравака 1982). Био је члан Међународне астрономске уније, Југословенског друштва за механику и Друштва астронома Србије. У једном периоду био је директор Института, касније Катедре за механику.

Чак и након пензионисања, проф. Лукачевић је остао веома активан у заједници, држао је бројна предавања на семинарима и националним конференцијама, писао рецензије и учествовао у другим професионалним активностима. Последњи рад објавио је 2009. у Зборнику радова са XV националне конференције астронома Србије, одржане у Београду од 2. до 5. октобра 2008. године (Сл. 4).

Последња предавања на Семинару Катедре за астрономију одржао је 14. и 21. марта 2017, а на Семинару за теорију релативности и космолошке моделе Математичког института САНУ 29. маја 2019. Био је рецензент за часописе *Mathematical Reviews*, *Serbian Astronomical Journal* и др.



Слика 4: Проф. Лукачевић држи предавање на XV националној конференцији астронома Србије, 2008. године.

Професор Илија Лукачевић изненада је преминуо 14. јуна 2020. Сећаће га се са љубављу и поштовањем његови студенти, пријатељи, колеге и цела српска астрономска заједница.

БИБЛИОГРАФИЈА ПРОФ. И. ЛУКАЧЕВИЋА

1. Lukačević, I.: 1964, Sur l'invariante des équations canoniques d'un système non conservative en mécanique, *Publ. Inst. Math.*, **4** (18), 7–11.
2. Lukačević, I.: 1964, Neke primedbe o vektoru vrtloga relativističkog fluida, *Mat. vesnik*, **1** (6), 330–332.
3. Lukačević, I.: 1965, O savršenom naelektrisanom fluidu u opštoj teoriji relativnosti, magistarski rad, Univerzitet u Beogradu.
4. Lukačević, I.: 1967, Sur le mouvement irro-

- tationnel des fluides parfaits chargés en relativité générale, *Publ. Inst. Math.*, **7** (21), 7–11.
5. Lukačević, I.: 1968, Alfven-ovi talasi u relativističkoj magnetohidrodinamici, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, 1–76.
 6. Lukačević, I.: 1968, Sur les ondes d'Alfen en magnétohydrodynamique relativiste, *Ann. Int. Henri Poinaré*, **VIII** (3), 217–240
 7. Lukačević, I.: 1968, O nekim svojstvima magnetohidrodinamičkih talasa u relativnosti, *Zbornik radova IX Jugoslovenskog kongresa za racionalnu i primenjenu mehaniku*, SITJ, 289–292.
 8. Lukačević, I.: 1969, Ondes d'Alfen et perturbations des tenseurs de ourbure en relativité générale, *Mat. Vesnik*, **6** (21), 365–372.
 9. Lukačević, I.: 1971, Chocs et ondes rotatoires de la magnétohydrodynamique relativiste, *Ann. Inst. Henri Poinaré*, **XIV** (3), 219–248.
 10. Lukačević, Ilija : 1973, O mestu mehanike među naukama, *Dijalektika*, **VIII** (3), 5–14.
 11. Lukačević, I.: 1974, On Some Properties of Relativistic MHD Flows, *Proceedings of the First European Astronomical Meeting*, Athens, September 1972, 3, Springer Verlag, 183–189.
 12. Lukačević, I.: 1975, On Born's Relativistic Rigidity and Some Properties of MHD Steady Flows, *Teorijska i primenjena mehanika*, **1**, 23–32.
 13. Lukačević, I.: 1975, On Relative Deformation and Vorticity in Relativistic Kinematics, *Publ. Inst. Math.*, **19** (33), 101–110.
 14. Lukačević, I.: 1977, Relativistic Relative Deformation and Vorticity Applied to Magneto-hydrodynamics, *Publ. Inst. Math.*, **22** (36), 175–185.
 15. Leko, Marko D., Lukačević, Ilija S.: 1979, Majkelson-Morlijev eksperiment i teorija relativnosti: značaj opita i efekata u teoriji relativnosti, *Dijalektika*, **XIV** (1-2), 109–119.
 16. Lukačević, Ilija: 1980, Osnove teorije relativnosti, Naučna knjiga, Beograd, 1–264.
 17. Lukačević, I.: 1980, Relativistic Relative Kinematic Quantities and Some of Their Applications, *Fizika (A Journal of Exp. and Theor. Phys.)*, **12**, suppl. 3, 1–8.
 18. Lukačević, I.: 1982, On isotropic deformation in a static universe, *Hvar Obs. Bull.*, **6** (1), 17–20.
 19. Lukačević, I.: 1983, The World Lines of Isotropic Expansion in the de Sitter Universe, *Publ. Dept. Astron. Univ. Belgrade*, **12**, 19–25.
 20. Lukačević, I.: 1983, On General Relations in Relativistic Kinematics and Some of Their Applications, *Gen. Relativ. Gravit.*, **15** (6), 523–533.
 21. Lukačević, I.: 1984, O proširenom sistemu relativističkih kinematičkih veličina s nekim primenama u magnetohidrodinamici, *Recueil des travaux de l'Institut mathématique, Nouvelle serie*, **4** (12), 121–125.
 22. Lukačević, I.: 1986, On Conformally Related Fields in Rosen's Bimetric Gravitation Theory, *Gen. Relativ. Gravit.*, **18** (9), 923–930.
 23. Lukačević, I.: 1987, On the Conformal Transformations on Metrics in Rosen's Bimetric Gravitation Theory, *Gen. Relativ. Gravit.*, **19** (9), 907–916.
 24. Lukačević, I.: 1989, On the Relativistic Kinematic and Geometric Quantities and Their Applications, *Bulletin XCVII de l'Academie Serbe des Sciences*, no. 16, 9–16.
 25. Lukačević, I.: 1990, Conformally Equivalent Metrics in Bimetric General Relativity, *Gen. Relativ. Gravit.*, **22** (7), 721–734.
 26. Lukačević, I., Milanović, S.: 1990, On the Application of Bimetric Relations in Elasticity, *Int. J. Solids and Structures*, **26** (7), 813–820.
 27. Lukačević, I., Čatović, Z.: 1992, Nonstatic Spherically Symmetric Space-Times in Rosen's Bimetric Gravitation Theory, *Gen. Relativ. Gravit.*, **24** (8), 827–834.
 28. Lukačević, I.: 1994, On the Orbital Motion of a Body in a Spherically Symmetric Field in Rosen's Bimetric Gravitation Theory, *Bull. Astron. Belgrade*, **149**, 27–30.
 29. Lukačević, I.: 1995, On the Orbits in Nonstatic Spherically Symmetric Fields in Ro-

- sen's Bimetric Gravitation Theory, *Bull. Astron. Belgrade*, **152**, 49–53.
30. Лукачевић, И.: 1996, Ханес Алфвен – творац магнетохидродинамике, *Васиона*, **44** (1–2), 24–25.
31. Лукачевић, И.: 1996, On the orbital motion of a body in a spherically symmetric field in Rosen's bimetric gravitation theory, Proceedings of the XI National Conference of Yugoslav Astronomers, October 9–11, 1996, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **54**, 75–76.
32. Лукачевић, И.: 2009, Some Remarks Concerning the Accelerated Orbital Motion of Ce-

lestial Bodies, Proceedings of the XI National Conference of Yugoslav Astronomers, October 2–5, 2008, Publ. Astron. Obs. Belgrade, **86**, 173–176.

PROF. ИЛИЈА ЛУКАЧЕВИЋ (1935–2020)

This In memoriam is dedicated to Dr. Илија Лукачевић, retired professor of the University of Belgrade, who passed away suddenly on June 14, 2020. His short biography and bibliography are given.

СЕЋАЊЕ НА ИЛИЈУ ЛУКАЧЕВИЋА (1935–2020)

Почетком лета 2020. године преминуо је теоријски механичар и угледни професор Математичког факултета Универзитета у Београду Илија Лукачевић. Међу колегама, у кругу механичара, математичара и астронома, био је познат као врстан познавалац специјалне и опште теорије релативности, тензорског рачуна, диференцијалне геометрије и специјализованих питања из космологије. Лукачевић је био врсни интелектуалац и ерудита, који је науци приступао универзално и са оригиналним методама.

Његова докторска дисертација, из области механичких наука, „Алфвенови таласи у релативистичкој магнетохидродинамици”, коју је одбранио пред комисијом у саставу – академик Татомир Анђелић, редовни професор, др Марко Леко, доцент и др Ђорђе Мушички, ванредни професор – може се наћи у дигитализованом облику у Виртуелној библиотеци Математичког факултета.

Објавио је 26 научних радова, углавном из теорије релативности и магнетохидродинамике, и уџбеник „Основе теорије релативности”.

Учествовао је на шест међународних и 14 националних научних конгреса и конференција. Једно време био је и управник Института за механику.

Писао је прегледне чланке за часопис

„Mathematical Reviews”.

Његов директан ученик, коме је био ментор за израду докторске дисертације из области опште теорије релативности, је Драги Радојевић, научни сарадник, са Математичког института САНУ.

Био је близак Катедри за астрономију Математичког факултета; на пр, као члан комисије за одбрану докторске дисертације Трајка Ангелова 1981. године, који је цео свој радни век провео на тој Катедри, и као ментор магистарског рада Златка Ћатовића 1990. године (такође у то доба ангажованог на Катедри за астрономију).

Присуствовао је семинарима Катедре за астрономију, не само као слушалац, већ је држао и предавања. Није пропуштао неформалне заједничке састанке Катедре за астрономију и Катедре за механику, понедељком, где су се водиле дуге, а некад и бурне дискусије на разне теме из ових наука. Био је редовно присутан и на предавањима семинара из космологије који је на Математичком институту САНУ покренуо један од аутора овог прилога (Ж. М), такође и као предавач. Професор Лукачевић је многим млађим колегама био прави учитељ када је реч о општој теорији релативности и космологији, областима које нису до времена његове пуне зрелости као научног радника биле развијене у нашој

срени. Примера ради, шездесетих и седамдесетих година прошлог века за студенте физике општа теорија релативности је била само изборни предмет, а космологија као посебан предмет није постојала за студенте астрономије.

Професор Илија Лукачевић преминуо је

изненада, заправо несрећним случајем, 14. јуна 2020. године у Београду. Професор Лукачевић био је честит, поштен и скроман човек. Радо ћемо се сећати његовог лика, са дужним поштовањем.

Жарко Мијајловић, Слободан Нинковић

ВИКТОР ЛЕОНИДОВИЧ АФАНАСЈЕВ (01. 05. 1947 – 21. 12. 2020)

Пред крај веома тешке 2020. године, која је протекла у знаку пандемије болести Ковид 19, услед последица те болести напустио нас је, 21. децембра, велики руски астроном, професор Виктор Л. Афанасјев. Виктор Леонидович је рођен 1. маја 1947. године у граду Славјанску, Доњецка област Совјетског савеза (Совјетска република Украјина). Дипломира на Кијевском државном универзитету 1970. године, а три године касније почиње да ради на Специјалној астрофизичкој опсерваторији (САО), која се налази на Кавказу, у области Зеленчукскаја, која припада Карачајевско-Черкеској републици. На САО ће провести цео свој радни век, а био је и директор Опсерваторије од 1985. до 1993. године. Кандидатску дисертацију из области активних галаксија одбранио је 1983. године, а докторску дисертацију брани 1990. године, на тему „Структура и еволуција активних галаксија”. Био је руководилац и главни научник Лабораторије за спектроскопију и фотометрију вангалактичких објеката на САО.

Виктор Леонидович, како је поменуто, ради од 1973. године на САО, и од самог почетка је показао изузетан таленат за развој посматрачких инструмената, али и за осмишљавање врхунских научних задатака и конструкцију потребне посматрачке опреме за остваривање тих задатака. Подсетимо се да је седамдесетих година прошлог века на САО изграђен телескоп рефлектор са објективом пречника шест метара, који следећих 17 година представља највећи телескоп на свету. Међутим, телескоп сам по себи није довољан да би се реализовала врхунска наука на

њему, тако да је развијање инструментаријума за овај телескоп представљало веома значајан задатак. Виктор је то уочио и почео са пројектовањем и развојем инструмената. Колико је био успешан у томе говори то да је 1991. године са групом колега добио престижну државну награду СССР за науку, а управо за развој инструмената за шест-метарски телескоп САО. Његов рад на развоју инструмената није био везан само за Совјетски савез, и сада Русију, него је имао веома велики утицај на развој 3Д спектроскопије у Европи, а и у свету. О томе сведоче веома искусни астрономи-инжењери који му одају признање као једном од пионира развоја 3Д спектроскопије, која је данас у широкој употреби. Инструменте који прецизно детектују поларизацију је развио последњих година, први научни резултати тих посматрања су објављени почетком овог века, али будућа поларизациона посматрања тек треба да дају престижне научне резултате. Од многих пројеката треба истаћи вишенаменски инструментаријум SCORPIO, постављен на шест-метарски телескоп, који предњачи изузетном ефикасношћу и иновативним приступом примене више метода у оквиру једног инструмента.

Што се тиче научног рада, Виктор је објавио више од 400 научних публикација. Углавном се бавио истраживањем активних галаксија (Сл. 1 и 2), али и структуре и ротације галаксија, за шта је добио државну награду Руске Федерације 2003. године. Као прави научник, који је живео за науку, Виктору су били интересантни и други пробле-



Слика 1: Виктор Леонидович Афанасјев држи предавање на Трећој конференцији о активним галактичким језгрима и гравитационим сочивима, у Кончареву, октобра 2014.



Слика 2: В. Л. Афанасјев држи предавање у Кончареву 2014.

ми, посебно везани за спектроскопска и полариметријска посматрања објеката, тако да се у опусу његових научних радова могу наћи радови везани за различите небеске објекте и појаве, од комета до квазара. Овде посебно истичемо Викторово откриће из 2007. године, када је детектовао, уз помоћ шест-метарског телескопа прву међугалактичку метеорску честицу и дао процену укупне масе оваквих честица у близини наше планете.

Виктор Леонидович Афанасјев је имао веома развијену сарадњу са колегама из света, али, како је и сам говорио, најпријатнија и веома плодотворна сарадња му је била са српским астрономима (Сл. 3). Он је често био наш драги гост у Београду. Између осталог је помагао као члан Научног одбора Срп-

ске конференције о облицима спектралних линија у астрофизици. Заједнички са српским астрономима, од 2007. године, када је почела сарадња са њим, Виктор је објавио 16 радова у водећим часописима. Међу њима су најважнији они који се односе на спектрополариметријска посматрања активних галаксија и квазара, који су под утицајем гравитационих сочива. Један од веома битних резултата које смо заједно остварили је и нови метод за мерење маса супер-масивних црних рупа у центрима активних галаксија помоћу поларизације у широким линијама. Поред тога, последњих година смо заједно изучавали природу поларизације код гравитационих сочива, али смо и разрадили један метод за дугорочно праћење активних галаксија у по-



Слика 3: Опсерваторија у Стразбуру (Француска), с лева на десно: Драгана Илић, Лука Ч. Поповић, Виктор Афанасјев, Борђе Савић и Марко Сталевски. Снимак је направљен 2015. године.



Слика 4: Виктор Л. Афанасјев и Елена Шабловинскаја на Четвртој конференцији о активним галактичким језгрима и гравитационим сочивима, у Бањи Ждрело, новембра 2019.



Слика 5: Дружење у ресторану „Дунавска тераса”, у Београду. Слева: Лука Ч. Поповић, Анђелка Ковачевић, Виктор Афанасјев, Лелица Поповић и Ала Ивановна Шаповалова.

ларизацији, у циљу одређивања структуре региона у којима долази до сублимације прашине.

Виктор је био пун ентузијазма и планова. Планирали смо да заједно израдим нове инструментаријум специјално прилагођен 1,4-метарском телескопу Миланковић (на Видојевици), који би могао да у веома кратком периоду времена прати један објекат у три режима: спектроскопском, поларизационом и фотометријском. У научном делу смо имали изузетно много планова и научних програма. Томе у прилог говори и чињеница да су нам само у 2020. години изашла три заједничка рада у водећим часописима, а два рада су послата (пред прихватањем су).

Као и иза сваког активног научника, научна дела, у која је уградио део себе, ће излазити и после његове смрти, али најбитније је да је Виктор иза себе оставио не само научна дела, него и ученике који ће наставити његов истрајан рад у науци и развоју нових посматрачких метода и инструмената, међу којима се истичу: Елена Шабловинскаја (Сл.

4), Евгени Малигин, Алексеи Моисијев. Међу Викторовим ученицима је и др Ђорђе Савић, који је током последње године својих докторских студија провео неколико месеци на САО, где је са Виктором радио на поларизацији галактичних језгара.

Виктор Ј. Афанасјев је био јединствени научник, веран пријатељ и засигурно занимљив и образован саговорник, једном речју врхунски ум. Поред завидних научних резултата, био је посвећен и породици и пријатељима. Волео је пецање и класичну музику, уживао у разговору и дружењима, који су, уз јак црни чај, трајали сатима (Сл. 5). Памтићемо га по строгом погледу и оштрим коментарима, али и по занимљивим шалама и анегдотама, праћеним широким и веселим осмехом. Оставио је велики траг у српској астрономији, и нама, његовим пријатељима и сарадницима, ће недостајати. Слава му.

Лука Ч. Поповић
Драгана Илић
Анђелка Ковачевић

СЕЋАЊЕ НА ВИКТОРА Ј. АФАНАСЈЕВА

Виктора сам срео и упознао током ЈЕ-НАМ-а (Joint European and National Astronomy Meeting – *Заједнички европски и национални астрономски сусрет*), који се одржавао у Москви 2000. године. Састанак је био у просторијама Московског државног универзитета М. В. Ломоносов, а срели смо се на цигарета паузи испред сале у којој се одржавала пленарна прича о развоју руске астрономије. Запамтио сам га по томе како је провокативно изашао на говорницу (током заседања Сверуског астрономског друштва) и пред највећим ауторитетима у руској астрономији рекао да нема смисла прављење већег (од 6 m) телескопа за услове који постоје у Русији, него да треба улагати у инструменте који би могли да дају боље резултате. Тај концепт се и остварио у годинама које су следиле, што је говорило о Викторовом ауто-

ритету.

При мом првом боравку на САО (*Специјална астрофизичка обсерваторија Руске академије наука*), негде 2006, имали смо мало контаката, посебно јер сам у почетку радио највише са Алом Ивановном Шаповаловом на програму дугорочног праћења блиских активних галаксија. Пошто сам, због природе посла и посматрачких активности, од 2007. године скоро сваке године боравио на САО око две седмице, почело је наше дружење. Прво, прилично неслагања око погледа на неке научне задатке; много смо дискутовали о структури галаксија, црним рупама, двојним црним рупама (за које ми је говорио да су фантазија). Међутим, како је време одмицало, наши разговори, који су вођени углавном у току по-

подневне шетње поред Зеленчука, су често ишли у смеру размене мишљења и жестоких дискусија око одређених тема (нпр. како мерити масу црне рупе, како гравитациона сочива могу да утичу на спектар, на поларизацију, природа поларизације код активних галаксија, итд). У то време Виктор је развијао инструменте за прецизно посматрање спектро-поларометријских карактеристика слабих извора. После 2013. године, при боравку на САО сам делио са њим канцеларију (једина канцеларија у којој је било дозвољено пушење), тако да смо почели да сарађујемо на конкретним проблемима. Један од њих је била поларизација светлости активних галаксија. Прво смо разматрали поларизацију у спектру галаксије Mrk 6, за коју смо правили ра-

зне скице о томе шта би могло да се дешава у њеном центру. Циљ је био објаснити то што имамо мало другачије посматрачке резултате од оних који су публиковани отприлике 10 година пре тога. Када смо схватили да поларизација у линији, тј. поларизациони угао, може да укаже на кеплеровско кретање и да помоћу тога можемо, из кретања гаса, одредити масу црне рупе, радовали смо се као деца.

Како је време пролазило, научна сарадња са Виктором се убрзавала, тако да смо били стално у контакту, и као што то бива, сарадња је прерасла у пријатељство (Сл. 1 и 2), па сам при одласцима на САО редовно био гост у његовој кући, а и он мој, када је био у Београду. Последњи пут сам га уживо



Слика 1: Виктор Афанасјев (лево) и Лука Ч. Поповић у Стразбуру (Француска), 2015. године, за време конференције „Активна галактичка језгра и поларизација”.



Слика 2: В. Афанасјев (лево) и Л. Ч. Поповић у Стразбуру, 2015.

видео у јануару 2020. г, када сам имао распоред за посматрања на шест-метарском телескопу. Имали смо четири вечери, али смо искористили негде око половине додељеног времена због атмосферских прилика. Треба ло је да Виктор са сарадницима дође у мају 2020. године у Србију, али због пандемије COVID-а 19 то није било могуће, тако да смо били на интернет вези скоро сваке седмице. Последњи пут смо се чули 14. децембра 2020. г. Чуо сам да је био прехлађен, али он ми рече да се осећа добро. Сређивали смо одговор рецензенту за рад о гравитационом сочиву Q957+561, који је послат у MNRAS (*Monthly Notices of Royal Astronomical Society* – Месечне белешке Краљевског астрономског друштва). Поред тога смо разменили неколико речи и о другим плановима. Био је

пун енергије, рече да ће обавезно да дође у Београд на конференцију о спектралним линијама, у августу 2021. г. Договорили смо се да ја дођем на САО у септембру 2021. г, одакле бисмо заједно отишли на Крим, пошто се тамо одржава конференција о Дибажу (руском научнику који је први процењивао масе црних рупа код активних галаксија помоћу широких линија),... итд. Тужна вест о његовој смрти неколико дана после тога, ме је затекла и шокирала. Једноставно, нисам могао да верујем да човек такве енергије и снаге може тако брзо да оде. Изгубио сам драгоценог сарадника, од кога сам много научио, али и великог пријатеља. Нека му је вечна слава и хвала.

Лука Ч. Поповић

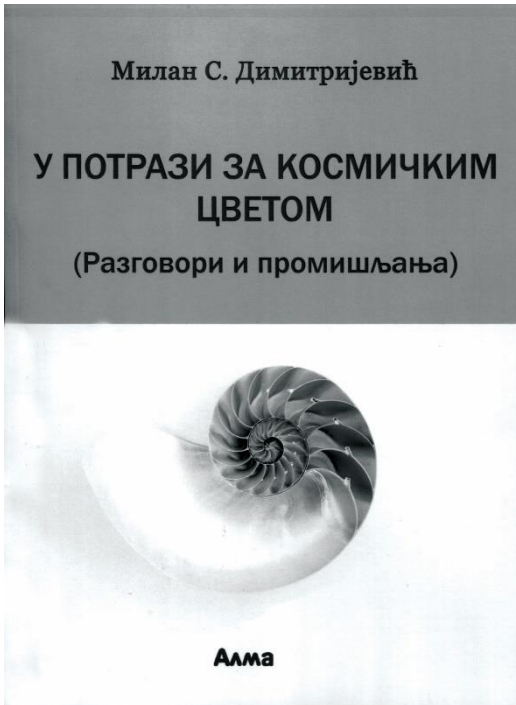
НОВА ИЗДАЊА

КОСМИЧКИ ЦВЕТ РАЗГОВОРА И ПРОМИШЉАЊА

Никола Цветковић

(Филозофски факултет Универзитета у Приштини, Косовска Митровица)

*Река се упознаје пливањем,
а човек у разговору.*
(корейска народна пословица)



Слика 1: Насловна страна корица књиге.

Обимној књизи *У потрази за космичким цветом* (Сл. 1), Милан С. Димитријевић је ставио дубље осмишљен поднаслов: *Разговори и промишљања*¹. Сваки плодотворнији

¹ М. С. Димитријевић, *У потрази за космичким цветом (Разговори и промишљања)*, Фондација Николе Цветковића, Друштво за археоастрономска и етноастрономска истраживања „Влашићи”, Алма, Београд, 2018.

разговор, креативна мисао, промишљање, сликовито речено, може да буде зрчно Сунце око кога ће кружити нови светови, подстицајна сазнања, духовна начела. Иво Андрић, у *Знаковима поред пута*, на неколико места пише о разговорима и промишљањима. Догађало му се да га оно што је чуо у разговорима побуђује на размишљања, и те мисли, додаје он, „у себи ширим и допуњујем, или у вези са њима (...) мислим потпуно ново. Из разговора (...) човек излази богатији и радоснији...”²

Најновија књига М. С. Димитријевића је веома спретно компонована. На самом почетку, у виду пролога, налази се информативан, упутни и инструктивни текст *На поласку*. Ту је аутор указао на основне мотиве који су га упућивали да се изборљиво позабави прикупљањем и организацијом веома богатог и различитог материјала. А онда и да захвали бројним појединцима који су му веома спремно, широко информисано и дубоко разложно формулисали одговарајућа питања³, у првом реду Станку Стојиљковићу⁴, Слободанки Андрић и другима. Поменимо и но-

² И. Андрић, *Знакови поред пута*, Сарајево, 1981; стр. 199, 274, 281, 289–290 и др.

³ М. С. Димитријевић, *У потрази за космичким цветом (Разговори и промишљања)*, стр. 6.

⁴ Вредно је помена да М. С. Димитријевић и сам скреће пажњу на способности Станка Стојиљковића, који је инспиративно суделовао у више од десетак разговора присутних у поменутој књизи. Он га је вешто формулисаним питањима наводио да све од себе у разоткривању одговарајућих резултата нових научних истраживања; уз то, успевао је да подстицајно приближи широј читалачкој публици домаћаје актуелних научних открића и узлета у васељенске сфере.

винаре као што су Анђелка Богдановић, Петар Вуца, Зорица Голубовић, Ратко Милетић, Драгана Николетић, Радован Радовановић, Рада Саратлић, Новица Стефановић, Душан Цицвара и да не набрајамо више.

У првом одељку књиге *У потрази за космичким цветом* М. С. Димитријевић је, са много разлога, ситуирао материјале биографско-аутобиографског карактера, што се односе на видове личне, исповедне, стваралачке интимае. У том смислу посебно је вредан прилог Жарка Спасића *Лесковчани београдске дијаспоре*.

Пошто је, као вишедеценијски студијски истраживач васионе, Димитријевић оставио снажан печат руководећи Астрономском опсерваторијом у Београду, са много смисла, други одељак књиге насловио је *Астрономска опсерваторија*. Ту се пре свега истиче текст Душана Цицваре, под критичким насловом *Астрологизација науке*, што потврђује наглашен критички однос Димитријевића према астрологији, која оживљава у нашој савремености, захваљујући склоности ка анксиозности. Такође се издваја прилог Саше Важић *Пет милијарди година стабилног живота*, који је историјски димензиониран. Текст Х. Милошевић има поетски наслов *Шачица космичке прашине*. П. Прокопљевић се упушта у све дубље, тајновите и неухватљиве мистерије космоса. Издваја се напис Слободанке Андрић, под библијски интонираним насловом *Свако има своје време*.

Природно је што се наредни одељак посвећује астрономији и заузима важно место у првом делу ове подстицајне књиге. Ту Борислав Солеша води разговор под насловом *Звезде читати по земљи ходати*, из кога се запажа да астроном и песник Димитријевић, иако сав окренут астралним просторима, чврсто стоји на земљи и када размишља и разматра комплексне астрономске феномене. Дијалог са Слободанком Андрић *Андромедин пут од три милиона година* указује на висок степен личне обавештености Димитријевића, чија казивања суздржано разматрају огромне временске распоне. Станко Сто-

јиљковић, доминантним чланцима у овом одељку, лирски започиње своје писање о неугаслом сјају звезда у очима астронома. Уз то, бави се и „космичким усамљеницима”, те тајном Звезде Смрти и васељеном коју прихватају они што се несавесно батргају по Земљином шару. Црна рупа је скоро незаобилазна тема, како у Димитријевићевим предавањима, тако и у виђењима Срђана Шкора. Милан у својим стиховима, потом у антологији *Космички цвет*⁵, као и у „Васиониној” рубрици *Мало поезије*, посвећује знатну пажњу црвеној планети, о чему овде пише Саша Важић. Слободанка Андрић, коју смо напред помињали, заједно са нашим астрофизичарем разматра открића нових, сјајних комета. У већ назначеној Милановој предавачкој активности често се захвата тема о ванземаљцима, када му се у вези са тим постављају питања, што све више занима младе нараштаје.

Следеће поглавље, под звучним насловом *Универзум*, безмало половину испуњава Станко Стојиљковић, који интересантно пише о *крају бескраја*, те о звездама које ће се погасити. Мишљење је, за Марка Аурелија, претпостављамо и за астрофизичара М. С. Димитријевића – *основа и темељ свега*. То може унеколико да важи и за разговор под насловом *Непрозирни прапочетак*⁶, у коме се тражи одговор на питања: *Зашто космос, уопште, постоји? Шта се о васиони поуздано зна? Из којих разлога се избегава покушај промишљања збивања што су претходила Великом праску?* Слично се може рећи и за веома гледану ТВ емисију *Космос*, коју су снимили Станко Стојиљковић и Милан С. Димитријевић.

Вредно је помена да се за читалачку публику, у почетном делу, помиње Питагора и питагорејци, који су саздали реч „космос”, а онда се поставља питање о његовој величи-

⁵ М. С. Димитријевић, *Космички цвет* – Антологија песама о космосу, Просвета, Београд, 2003.

⁶ М. С. Димитријевић, *У потрази за космичким цветом*, стр. 177–185.

ни, па да ли универзум има краја или је пак бескрајан?⁷ Скренимо пажњу на народски продуктивно питање о журби на посао и ширењу васионе, око чега се вајкао Вуди Аллен. Астроном Димитријевић је на то питање одговорио умно, са још више креативног духа, уз наглашавање да нам ширење космоса неће удаљити радно место, међутим, уколико „хоћемо да убрзамо научни прогрес и тако обезбедимо бољу будућност нашој деци *треба да подржимо науку*”⁸ (подвукао Н. Ц). Крај овог разговора је сасвим у духу ере научног прогреса, јер се дијалог одјављује одговором на изузетно занимљиво и провокативно питање: *Недељник „ТАЈМ” објавио је да ће 2045. људи постати бесмртни. Верујете ли у то?* М. С. Димитријевић одговара промишљено и разложно: како сматра да научни напредак стреми у томе правцу, али да не верује много „у прецизне рокове футуристичких предвиђања. У сваком случају сматрам да ће наука обезбедити космичку будућност човечанства, звездану будућност наше деце”⁹.

Понајзанимљивији је одељак који се налази у средишњем делу књиге, посвећен потпуном помрачењу Сунца 11. августа 1999, којим је била обузета читава домаћа и светска јавност. На почетку налази се прилог виспрене Слободанке Андрић, који је у знаку „Небеске Србије”, како се, према народним веровањима, гледа на ову космичку појаву.

⁷ „Питагорејци су развили појам савршенства у универзуму и сковали одговарајућу реч да га опишу: *Космос*. То је изведено или од речи „космо”, са значењем „поређати у ред”, или „космема”, што значи „драги камен – украс”. Сам Питагора је изгледа био први који је именовао место свих ствари Космосом, захваљујући његовој уређеној природи.” – Исто, стр. 186.

⁸ При том, Димитријевић додаје: „Диносауруси су више од сто милиона година били господари Земље. Никуда нису журили нити покушавали да схвате свет око себе. Једнога дана са неба им је стигло уништење. Уколико будемо више журили са научним развојем утолико смо даље од могућности да нас задеси њихова судбина.” – Исто, стр. 187.

⁹ Исто, стр. 186–197.

Петар Вуца, организатор бројних предавања М. С. Димитријевића на подручју Баната, о чијој активности пишемо у другом тому монографије о астроному, песнику и ходољупцу М. С. Димитријевићу, пише о колористичним дивотама и визуелним преплитањима короне као дивотног украса. Пошто је у то време била присутна бојазан од смака света, како то бива у неким давним предањима, неколико чланака је посвећено управо тој тематици. Помињемо текст Радована Радовановића о помрачењу Сунца због кога је пропало Византијско царство, затим запис М. Иветића „*Смак света*” у подне и текст С. Ч, који отклања бојазан од могуће светске апокалипсе.

Из напред поменутих разлога, у књизи М. С. Димитријевића *У потрази за космичким цветом* завршни одељак, који се бави астрономским појавама, носи наслов *Астрологија и астрономија*. У њему је објављено више од 15 прилога, са јасном ауторовом намером да се критички одреди према астрологији. И овде су присутни текстови Слободанке Андрић, Станка Стојиљковића, Слободана Радовановића и других. Стојиљковић, у коауторству са Мирном Велединовић, разбија илузије о симболици тринаестог знака. Јелена Милоградов Турин, предани члан Астрономског друштва „Руђер Бошковић”, редовни професор, својевремено уредник „Васионе” и председница Друштва, драматично упозорава снажним узвиком: *Престаните да пропагирате астрологију!*, док Радовановић, са своје стране, сматра да постоји вештачки сукоб између астрономије и астрологије. Зорица Пантелић, у ироничном духу, пише о астрологији полазећи од Змајево *Јутутунске јухахахе*, а Миодраг Дачић, садашњи председник Друштва, излаже научни поглед, у коме одлучно одбацује астролошке и митоманске враџбинске карактеристике астрологије. Слободанка Андрић дубоко сумња у усуд и гатање помоћу звезда. Овде се налазе и прилози *Pro et contra, Астрологија и (или) астрономија*, те о спорној вези човека и небес-

ких тела. Аутор књиге, М. С. Димитријевић, темељито разматра позицију астрологије у новом миленијуму, истичући да је у питању велика заблуда и превара; а осврће се и на митске аспекте астрологије. Полемика у овом поглављу пружа изворну грађу и материјал за снажан отпор свакој врсти неоправдане глорификације астрологије, која, нажалост, побуђује упадљиво интересовање. Тако, овај део књиге има посебну вредност у смеру отворене научно-студијске и публицистичке борбе против астролошке „заразе”, која је све присутнија.

На самом крају књиге, испред фрагмента *Разно*, налази се интересантан део, са петнаестак прилога, који сведочи о изузетној активности Димитријевића, Савезног министра за науку, технологију и развој, у време крајње неправедних и у много чему погибелних санкција, које су веома грубо и противправно наметане науци, која, по природи ствари, превазилази и надраста све границе и баријере. И у овом одељку врхуне текстови Станка Стојиљковића, који указује на хајку усмерену на наше научне посленике. Он ангажовано указује на охрабрујућу чињеницу да су страни научници одлучно и енергично штитили афирмисаног југословенског астронома, који убедљиво наглашава: да је савремена наука свеукупни мотор техничког напретка у новом времену. Душко Вуксановић убедљиво посведочава како се овај врсно истраживач свом снагом бори за достојанство науке. Бранислав Радивојша доследно преноси Димитријевићеве речи *да наука треба да остане изван политике*, упркос грубо наметнутим санкцијама. Максим Тодоров наглашава да научници, упркос свему, а пре свега политизацији науке, међусобно сарађују. Тако на пример, министар Димитријевић, управо у периоду најжешћих санкција, руши у свему нехумане, неправедне, незаконите и у супротности са бројним међународним конвенцијама санкције против науке, код знаменитих међународних издавачких кућа, као што су Пергамон прес и Елзевир.

Књига М. С. Димитријевића *У потрази за космичким цветом*, у издању афирмисане куће „Алма”, коју предводи веома успешни издавач др Ђорђе Оташевић, веома је лепо опремљена; корице је обликовала Дејана Јовановић, свеже зеленкастом бојом у горњем делу, а у доњем симболичким расцветавањем пужа (у ствари, приказом наutilusа), који је својеврсни *лунарни* симбол, што указује на периодично препорађање. У лексикографији симбола, пуж асоцира на оно тако често појављивање и нестајање Месеца; а означава и родност, док је спирала, у извесном смислу, повезана са Месечевим менама¹⁰.

Нагласимо на крају да ова књига, са више од 400 страница, формата В5, донекле сумира вишедценијски стваралачки рад М. С. Димитријевића, како у области астрономије, праћења васионских догађања, различитих астралних појава, и критике астролошких празноверица, тако и на пољу ангажоване друштвене науке, плодотворне борбе против наметнутих санкција, као својеврсног међународног злочинијења, те креативне активности у правцу заустављања одлива мозгова, благовремених предвиђања могућности за даље продоре науке и дубоко смислено повезивање савремене науке са високотехнолошким производним процесима, што могу бити добра основа за предстојећу четврту технолошку револуцију.

COSMICAL FLOWER OF CONVERSATIONS AND REFLECTIONS

The book *In Search of the Cosmic Flower (Conversations and Reflections)* of Milan S. Dimitrijević is presented.

¹⁰ Према *Речнику симбола* „Пуж постаје место лунарне теофаније; у древној мексичкој религији бог Месеца приказује се затворен у пужеву кућу”. А. Шевалије, А. Гербрант, *Ријечник симбола – Митови, сни, обичаји, гесте, облици, стихови, боје, бројеви*, Загреб, 1987, стр. 546.

ОБЛИЦИ СПЕКТРАЛНИХ ЛИНИЈА У АСТРОФИЗИЦИ И СРОДНЕ ТЕМЕ (SPECTRAL LINE SHAPES IN ASTROPHYSICS AND RELATED TOPICS)

Издавачка кућа MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute – *Институт за мултидисциплинарно дигитално издаваштво*) објавила је 2020. године књигу „Spectral Line Shapes in Astrophysics and Related Topics” (*Облици спектралних линија у астрофизици и сродне теме*, Сл. 1), коју су уредили М. С. Димитријевић и Лука Ч. Поповић. Централна овог издавача је у Базелу, у Швајцарској, а испоставе у Пекингу, Вухану, Барселони и Београду. Књига има 251 + XIV страна и садржи чланке из специјалног броја часописа „Atoms” (*Атоми*) са истим насловом.

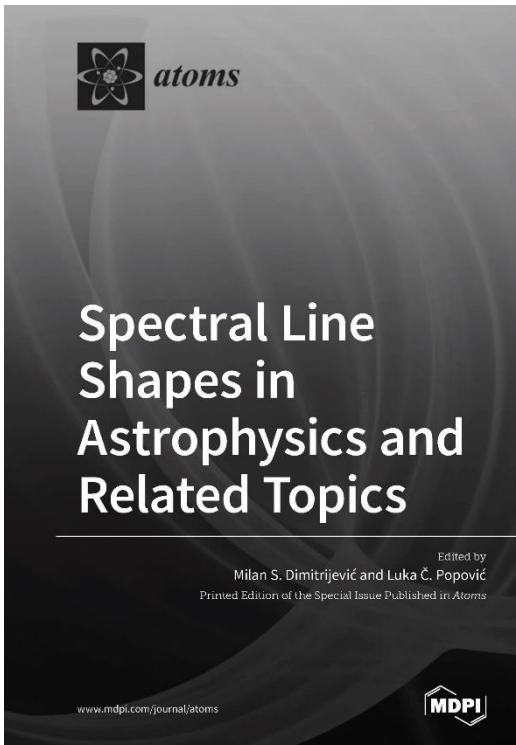
То су изабрани радови приказани на XI SCSLSA (Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics – *Српска конференција о облицима спектралних линија у астро-*

физици; председник Научног комитета Лука Ч. Поповић), одржаној у Шапцу, од 21. до 25. августа 2017. Конференцији је присуствовало 66 регистрованих учесника из Алжира, Бразила, Чилеа, Кине, Хрватске, Француске, Немачке, Грчке, Индије, Израела, Италије, Републике Српске (Босна и Херцеговина), Русије, Саудијске Арабије, Србије, Туниса, Турске, Уједињеног Краљевства и Украјине. Њен рад је детаљно приказан у „Васиони”¹ (Ковачевић 2018). Од 65 прилога представљених на конференцији, 25 одабраних радова објављено је као посебно издање часописа „Атоми” (*Atoms*)². Други материјали са ове конференције, као и са претходних десет, попут апстраката, фотографија, презентација, програма и самих радова, у случају конференција где је то могуће због ауторских права специјалних бројева часописа у којима су објављени одговарајући радови, налазе се онлајн у Српској виртуелној опсерваторији, на сајту <http://servo.aob.rs/eeditions/SCSLSA.php>.

На самом почетку је чланак Силви Салхал-Брешо „Сарадња Париске и Београдске опсерваторије у научним истраживањима облика спектралних линија”, написан поводом седамдесетог рођендана аутора овог написа и саопштен на посебној сесији „Судари и облици спектралних линија”, у част јубилеја. Остали радови су подењени у четири групе: 1. Подаци о Штарковом ширењу за истраживања астрофизичке и лабораторијске плазме, 2. Примене спектралних линија за проучавање астрофизичке и лабораторијске плазме, 3. Феномени у вези са спектралним линијама у вангалактичким објектима и 4. Резултати ла-

¹ Ковачевић Анђелка: 2018, 11. српска конференција о облицима спектралних линија у астрофизици, *Васиона*, **3**, 76.

² Dimitrijević, M. S., Popović, L. Č. (eds.): 2017, Special Issue "Spectral Line Shapes in Astrophysics and Related Topics", *Atoms*, **5(4)**.



Слика 1: Насловна страна корица књиге.

бораторијске астрофизике за испитивање спектра.

У првој групи, „Штарково ширење од теорије судара до симулације”, је седам радова. Преглед: нови квантно-механички и полукласични прорачуни параметара Штарковог ширења линија Ar VII, истраживање Штарковог ширења спектралних линија Ar II у атмосферама В патуљастих звезда (потпатуљака) и нови параметри Штарковог ширења за спектралне линије Se IV, Sn IV, Sb IV, Te IV и Na IV. Поред тога, дискутовано је и о регуларностима и систематским трендовима Штаркових ширина линија Zr IV.

У другој групи, „Примене спектралних линија на проучавање астрофизичке и лабораторијске плазме”, такође је седам радова. Разматрани су утицај Штарковог и Земановог ефекта на спектралне линије у атмосфери белих патуљака са магнетним пољем и на граничне слојеве плазме у токамаку, као и моделирање облика линија за дијагностику електронске густине у короналном пражњењу и допринос Ленард-Вихертовог потенцијала на ширење спектралних линија у плазми услед судара са електронима. Такође је разматран утицај турбуленције на облике спектралних линија у астрофизичким и фузионим плазмама и једна метода за одређивање температуре гаса у нетермалној аргоновој плазми на атмосферском притиску. На крају, приказано је истраживање Доплеровог ширења спектралних линија у релативистичкој плазми.

Трећа група, „Феномени у вези са спектралним линијама у вангалактичким објектима”, има четири рада који се баве активним галактичким језгрима. Расправља се о потрази за таквим објектима, њиховим својствима

на различитим фреквенцијама, одређивању карактеристика помоћу модела емисионих линија и спектралне расподеле енергије, о процени маса црних рупа у центрима квазара помоћу линија високојонизованих атома и полариметријска интерпретација понашања блазара.

Четврта група, која садржи седам радова, бави се резултатима лабораторијске астрофизике од значаја за истраживање спектра. Разматрани су поједини сударни процеси у звезданим атмосферама, карактеристике екранирања у густој астрофизичкој плазми и нелинеарна спектроскопија алкалних атома у хладној средини са карактеристикама од значаја за астрофизику. Такође су представљене и разматране базе података са радијативним и сударним молекуларним подацима, као и пресеци за расејање електрона од значаја за мисију „Розета”, у бази података BEAMDB (Belgrade Electron/Atom (Molecule) Data Base – Београдска база података за електроне/атоме (молекуле)), која се налази у Српској виртуалној опсерваторији. Коначно, приказана је примена одсеченог Кулоновог потенцијала за израчунавање везано-везаних прелаза и резултати испитивања плазме електричног пражњења између бакарних електрода уроњених у воду.

Прегледни и студијски чланци са резултатима нових истраживања у областима обухваћеним темама у овој књизи су од интереса за специјалисте и докторанте. Надамо се да ће ова књига бити корисна и занимљива научницима заинтересованим за истраживање облика спектралних линија и да ће допринети образовању младих истраживача.

М. С. Димитријевић

**60 ГОДИНА ОД ПРВОГ ЧОВЕКОВОГ ЛЕТА У
СВЕМИР
ЈУРИЈ АЛЕКСЕЈЕВИЧ ГАГАРИН – ВАСТОК 1
12. АПРИЛ 1961. – 12. АПРИЛ 2021.**



СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ – РАДОВИ СТУДЕНАТА ГЕОГРАФСКОГ ФАКУЛТЕТА

У књизи „Сунчани часовници: радови студената Географског факултета у Београду” (Милутин Тадић, Београд, Географски факултет, 2020, 63 стр, илустр, пуни колор, 27 см, Сл. 1) приказан је пројекат који је под



Слика 1: Насловна страна корица књиге Милутина Тадића о сунчаним часовницима.

неформалним називом „Сунце сија свима” реализован од 2013. до 2019. године са студентима Географског факултета у Београду, смер Географија, у склопу предмета Математичка географија, који се слуша у I семестру као обавезан предмет са седмичним оптерећењем $2 + 2 + 1$: два часа предавања, два часа вежби и један допунски час практичног рада. Садржај, начин реализације и резултати тих допунских часова, тема су ове књиге.

Књига садржи пет поглавља:

I поглавље – Шта проучава математичка географија, у каквој је вези са гномони-

ком, коме припада првенство у „студентској гномоници”.

II поглавље – Како се одвијао пројекат „Сунце сија свима” и зашто су од свих конструкционих облика часовника изабрани управо вертикални/зидни (Сл. 2).

III поглавље – Каква је била припрема и подела рада ментор – студент – директор са наставницима одређене школе.

IV поглавље – Који су резултати практичног рада и анкете спроведене међу студентима-гномонистима.

V поглавље – Какве су могућности примене сунчаних часовника као учила. Шта најједноставније може рећи наставник на часу и која питања треба да очекује испред зидног сунчаног часовника, на свим нивоима образовања, од предшколског до високошколског.

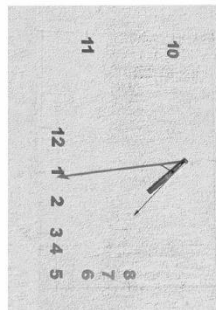
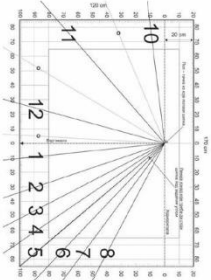
Прилози – Да се не би прекидао континуитет текста, књизи су додати „Прилози”. У 7. прилогу, уз табеларни преглед дате су и фотографије свих сунчаних часовника, студентских радова. У основном тексту, уз фотографије сунчаних часовника навођени су редни бројеви под којима се они налазе у поменутом прилогу, док потпунији подаци постоје само у случајевима када су сунчани часовници по нечему посебни.

Резимеи – Књига се завршава резимеима на руском и енглеском језику. Захваљујући резимеима и бројним илустрацијама (о-самдесетак у тексту и 125 у 7. прилогу), садржај књиге моћи ће да разумеју и они који не знају српски језик и ћирилицу.

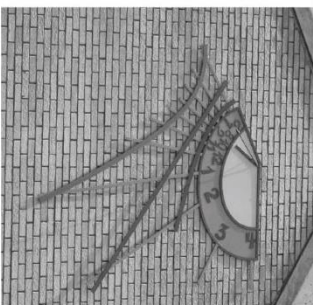
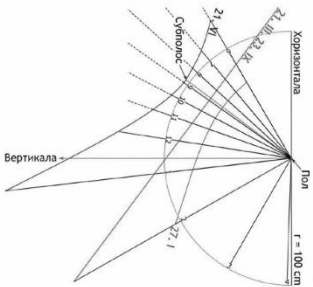
У IV поглављу су дати карта размештаја студентских сунчаних часовника на територији Србије, структура тих часовника, и резултати анкете спроведене међу студентима-

Слика 2 (стр. 55) : Једна дволисница из приручника.

■ СУЧНАНИ ЧАСОВНИЦИ



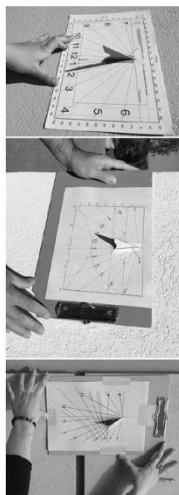
■ **Слика 12.** Нацрт часовне скале, правоугаона варијанта, и часовник уреден по том нацрту (93)
 Табеле са рачуноским подацима садржавале су и држине сенки за еквипозиција од којих је само једна довољна за управљање пројекцијом небеског екватора (за пројекција је нормална на субполосу). То није било обавезно и студенти нису користили ту могућ-



■ **Слика 13.** Нацрт часовне скале (стандардне и комплетне) и сучнани часовник који је уреден по том нацрту од објектног четиног дима (65)
 3) Након што су проучили нацрте, студенти су од картона израђивали мале макете сунчаног часовника и на лицу места пажљиво проверавали тачност процрпува, то јест, проверавали тачност сунчаног часо-

■ 16 ■

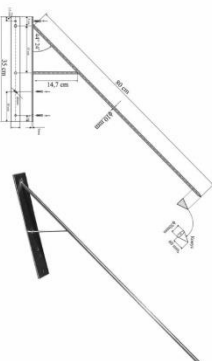
Радови студената Географског факултета



■ **Слика 14.** Прво што обавезно треба урадити јесте извршити проверку процрпува помоћу макете.
 4) Након што су се провером помоћу макете уверили да је часовник тачан, то је била или касни у складу са табелом временског изједначавања, студенти су једну копију пројекта предавали школи чија је обавеза била да направи понос (сл. 19).



■ **Слика 15.** Преча добијеном нацрту и уз консултације са студентима, понос од нерђавог метала пређоно је на мале лименске доњари.



■ **Слика 16.** Пример нацрта из студентског пројекта и понос уреден по том нацрту (12); конус или стрелица на крају шипке нису били обавезни

■ 17 ■

гномонистима. У поменутом периоду, студенти Географског факултета су поставили укупно 125 сунчаних часовника у 91 месту у Србији, од тога већину (84%) у основним и средњим школама, првенствено онима које су својевремено похађали. Са изузетком шест аналематских сунчаних часовника, све су вертикални часовници, полукружног или правоугаоног облика, постављени на зидове различитих оријентација. Осликан је сваки трећи часовник: на почетку су се студенти строго држали основног нацрта и конструисали једноставне облике (полос + бројчаник), а потом су своје часовнике почели да улепшавају примењујући разне ликовне технике, међусобно се такмичећи. Према резултатима анкете, студенти су имали безрезервну подршку породице и пријатеља али не и очекивану подршку директора и наставника школа. Битно је истаћи да је 84% студената изјавило да је задовољно својим радом (62% веома задовољно), а 89% њих сматра да пројекат „Сунце сија свима” треба наставити.

У оквиру пројекта „Сунце сија свима” студенти су на оригиналан начин исказали захвалност школама које су некада похађали, дарујући им истовремено јавне часовнике, у-

красе и учила. Конкретним радом утврђивали су и проширивали знања из математичке географије и астрономије, јер није довољно знати – треба и примењивати. Савлађујући препреке на које су наилазили током рада увидели су да успех зависи првенствено од њих самих, од њиховог ентузијазма и упорности.

Географски факултет је приручник „Сунчани часовници: радови студената Географског факултета” штампao за своје студенте, међутим, с обзиром на то да књига садржи детаљна упутства за постављање зидних сунчаних часовника, истовремено може послужити као приручник наставницима географије и физике који већ раде у основним и средњим школама (исто као и свим љубитељима астрономије/гномонике). Са овим приручником и уз помоћ програма који су доступни на вебу, уз мало добре воље, моћи ће заједно са својим ученицима да конструишу сунчане часовнике и са сложенијим гномонским садржајима, оживљавајући гномонику у форми „научне забаве”, како ју је својевремено дефинисао професор Војислав В. Мишковић.

Зорица Прњат

МАЛО ПОЕЗИЈЕ

ЛИРСКА ЗВЕЗДАРА СМИЉАНЕ ЂУРОВИЋ

Милан С. Димитријевић

(Астрономска опсерваторија, Београд)

Смиљана Ђуровић, историчар и песник, чест је гост на конференцијама „Развој астрономије код Срба”, које организује наше Друштво (Сл. 1). Рођена је у Сарајеву, 19. априла 1935. године, а рано детињство је провела у Грлићу, код Даниловграда. Гимназију и студије историје завршила је у Сарајеву. У Београд је прешла 1965, а од 1969. до пензионисања била је запослена у Институту за

савремену историју, где је радила на фундаменталним истраживањима економског развоја Краљевине Југославије и другим темама. Докторирала је 1973, а у пензију отишла као научни саветник. Објавила је преко сто монографија, студија и чланака. Поезију, коју пише од ране младости, објављивала је у књижевним часописима и листовима, а публиковала је и пет књига поезије: *Свитац над*



Слика 1: Смиљана Ђуровић у учионици Народне опсерваторије на конференцији „Развој астрономије код Срба VIII”, 22. априла 2014.

Зетом (1991), *Апокалипса над Дунавом* (1994), *Кула Бајовића* (1995), *Под Магнолијом* (2010) и *Пресвлачење ћирикавца* (2017).

Нашу пажњу је посебно привукла њена књига *Апокалипса над Дунавом*, лирска poema о Звездари и Звездарници на њој, у двадесет и два певања, у којој помиње своје бројне пријатеље окупљене око Књижевне заједнице Звездара, коју сам пронашао међу личним књигама моје мајке Надежде-Наде (Сл. 2).

У поеми насталој у доба ратова на просторима бивше Југославије, у више певања се као рефрен понавља:

*Изнад Хаоса
Изнад Рата
Изнад Лудила
тихо плови Звездара*

Звездара песникиње Смиљане је место на

које силазе звезде, а људи живе са главама у плаветнилу неба. На њу ноћу силази *Космос* да се шета уличицама између багремова. Она је обитавалиште *Лепоте* и *Ума* које плови изнад времена и вода.

Девета песма је у знаку сигналистичке поезије и визуелно подсећа на кулу са великом антеном, преко које се, из Хаоса, Рата и Лудила шаље С. О. С. свим сазвежђима, као и на космички брод који слику Белог милешевског Анђела шаље у *Космос* да не би била у власти оних који изазивају толике патње и да би затражила помоћ да *Лудило* престане.

У завршној, двадесет и другој песми, Смиљана слави Звездаре са Звездаре што победише багремовима и телескопима Рат Људи и истиче натпис на њиховом дому: *Optima in numero et mensura*. Том латинском сентенцом на Астрономској опсерваторији, коју је у

СМИЉАНА ЂУРОВИЋ

АПОКАЛИПСА НАД ДУНАВОМ

*Тоско за Димитријевић,
се званавски се
дроз о језу своје сусвети
судбу*

Смиљана Ђуровић

КЊИЖЕВНА ЗАЛЕДНИЦА ЗВЕЗДАРА



МИД-ИНЖЕЊЕРИНГ

Београд 1994.

8. 8. 1995.

Слика 2: „Апокалипса над Дунавом” са посветом Смиљане Ђуровић Нади Димитријевић.

своје певање мајсторски уткала врсна поетеса Смиљана Ђуровић, завршава се овај омаж Звездари, Звездарима и њиховој Звездарници. За читаоце Васионе, изабрали смо четири певања пред вама, која су у нама највише одјекивала.

Смиљана Ђуровић:
ИЗ АПОКАЛИПСЕ НАД ДУНАВОМ

ДРУГА ПЕСМА

Моја земља била је Звездарија
изнад Звездарије је Звездара
На Звездару силазе звезде

да се дотичу са људима
Ту косе жена ветрови кошаве
уздижу у Небо
па се преко њих муњама
спајају са Дунавом

Израсли високо над Звездаром
као багремови су људи
па живе са главама у плаветнилу Неба

Звездара је изнад Звездарије
Звездара је изнад кула београдских
Калемегданских
и Сибињанин Јанка
изнад далеких кула Смедеревског града
далеко низ Дунав
Звездара је и изнад Панонског мора
што изађе повремено на површину велике
Панонске равнице

На Звездару ноћу сађе Космос
да се шета уличицама између багремова

Звездара је изнад Звездарије
да знате где је
ако у зиму кроз вејавицу снега
трамвајем кренете на њу

Изнад Београда је Звездара
Настањена Музама и Хармонијама
Обитавалиште Лепоте и Ума

Плови изнад времена и вода Звездара

СЕДМА ПЕСМА

С. О. С.
Преко Пупина Идворског
тражимо контакт
Звездара
Тражи
Излаз
Координата – 3

Свим Сазвежђима изван Црних Рупа

Изван Тајни
Са Звездаре Позив
Координата – В

Слика Белог Анђела Милешевског иде у
Космос

Позив са Земље
Координата – Е

Изнад Хаоса
Изнад Рата
Изнад Лудила

тихо плови Звездара

ДЕВЕТА ПЕСМА

Координате понављамо:

З

В

Е

З

Д

А

Р

А

Звездара

Звездара Звездара

Звездара Звездара

Свим сазвежђима изван Црних Рупа

Изван Тајни С. О. С.
Тесли поруку шаљемо из Вадфорда
Координата – З
Још плови Звездара
Изнад Магнум Тременса

Свим Сазвежђима изван Црних Рупа
С.О.С. Зове Звездара
Звездара

Звездара Звездара
Звездара Звездара

ДВАДЕСЕТ ДРУГА ПЕСМА

Omnia in numero et mensura
Звездари су успели
Хајде да славимо

Анђео бели Милешевски и Свитац Зелени
И други предмети звездани
у Власти Гравитације су сада
а не у Власти Земље
у Власти Космоса
а не у Власти Људи
Хајде да их славимо

Да славим Звездаре хоћу
Рат ће се Завршити Људи

У Сутон Црвени
кад птице смештају се на починак
у крошњама жаморећег Кошутњака

Хајде да славимо Победу

Omnia in numero et mensura

Звездаре да славим хоћу
Хајде да их славимо

У Крошњи Липе сместила сам Главу
као птица
међу звезде ћу да је ушушкам
кад стигне Ноћ Земљина

Живот је Главу наслонио
на Звездару
као Јастук

Да славим звездаре хоћу
што победише багровима
и телескопима
Рат Људи

Звезданим предметима победише
па се Живот мирно одмара вечерас
наслоњен уз багрем од Звездариних снова

Хајде да у Граду славимо Звездаре Ноћас
Omnia in numero et mensura

LYRICAL ZVEZDARA OF SMILJANA ĐUROVIĆ

Poetess Smiljana Đurović's short biography

and presentation of her poem *Apocalypse Over the Danube* as well as some songs from this poem – The Second, The Seventh, The Ninth and The Twenty-second – are given.

Илустрације на корицама

I страна: Маглина **Коњска глава** (позната и као Барнард 33) је мала (4') тамна маглина у савезу Орион. Маглина се налази јужно од Алнитак, најисточније звезде Орионовог појаса, и део је много већег Орионовог комплекса молекуларних облака. Појављује се унутар јужног региона густог облака прашине познатог као Линдс 1630, дуж ивице много већег, активног Н II региона IC 434. Маглина Коњска глава удаљена је од Земље приближно 422 парсека или 1375 светлосних година. Сјајна звезда **Алнитак** (ζ Ori), најисточнија звезда у Орионовог појасу, зрачи ултраљубичастом светлошћу у **Пламену маглину** и избацује електроне из великих облака гасовитог водоника који се тамо налази. Сјај маглине настаје када се електрони и јони водоника рекомбинују. Тамни гас и прашина леже испред светлог дела маглине и то ствара тамну мрежу која се појављује испред ужареног гаса. И Пламена маглина део је комплекса молекуларних облака Ориона, региона који ствара звезде.

Попис објеката на фотографији: тамна маглина Коњска глава, Пламена маглина (NGC 2024), светле маглине NGC 2023, IC 434 и IC 435 и Алнитак – тројна звезда чија је главна компонента плави супергигант спектралне класе O, ефективне фотосферске температуре 33 000 K, привидне магнитуде 2,0, апсолутне $-6,0$, масе 33 масе Сунца, радијуса 20 радијуса Сунца, старости 6,5 милиона година, удаљена око 1300 св. година.

Цео овај систем објеката међусобно је гравитационо, и још више радијационо, повезан и налази се на удаљености 1200–1500 св. година од Сунца.

Снимљено 19. децембра 2020. са Тометиног поља (планина Маљен, западна Србија) помоћу рефрактора Skywatcher 120/900 mm, камере SBIG stf 8300 m и Хаблове палете филтера. Време осветљавања 70 минута. Аутор фотографије – Жарко Мијајловић.

III страна: Композиција састављена од снимка Месеца и снимка конјункције Јупитера и Сатурна, начињених 19. XII 2020. Можете упоредити угаоно растојање између Јупитера и Сатурна са угаоном величином Месеца. С обзиром на то да је угаони пречник Месеца 30', растојање између Јупитера и Сатурна било је нешто мање од 15'. Снимио Жарко Мијајловић. Његов чланак о посматрању поменуте конјункције можете видети на стр. 28.

IV страна: Топографски прикази површине Марса. Боје указују на елевацију. Црвеном (одн. смеђом и белом) су обележени највиши, а плавом најнижи региони. Горе лево је регион Noachis Terra, у коме је приметан велики број кратера, који указује на старији геолошки период. Горе десно је регион Hesperia Planit. Мали број кратера указује на геолошки млађи терен. У средини је регион Amazonis Planitia. Одсуство кратера указује на геолошки веома млад терен. Доле је приказана топографска карта целе површине Марса. Глобална дихотомија се осликава у ниском терену северне хемисфере и високом терену јужне. О свему овоме можете прочитати у чланку Милице Ракић на 1. стр. овог броја.



Saturn



Callisto



Ganymed

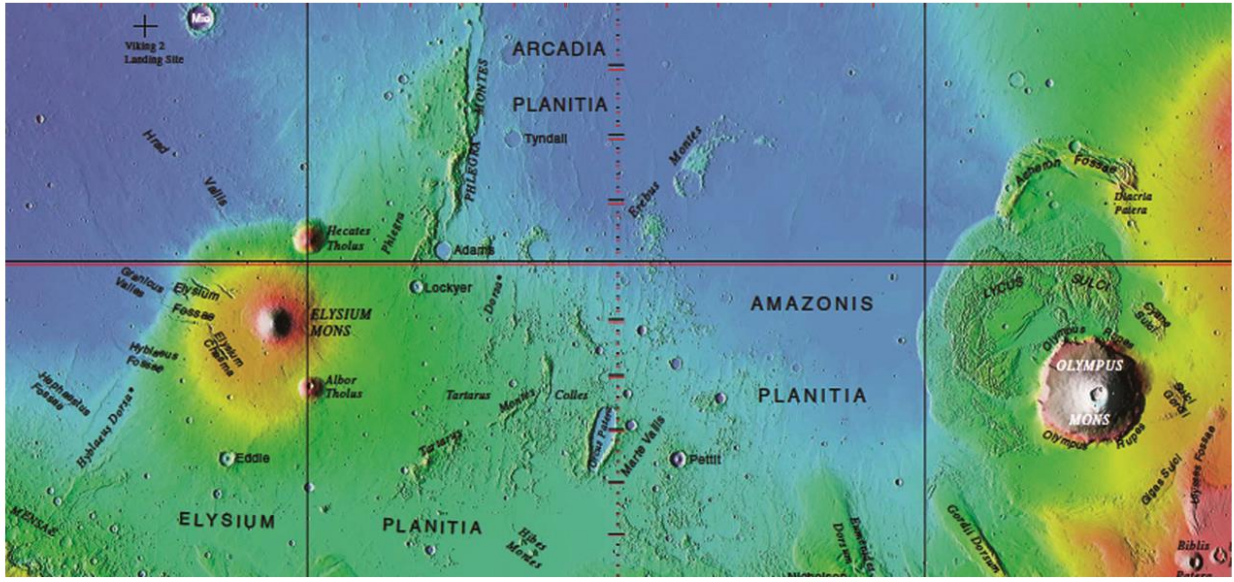
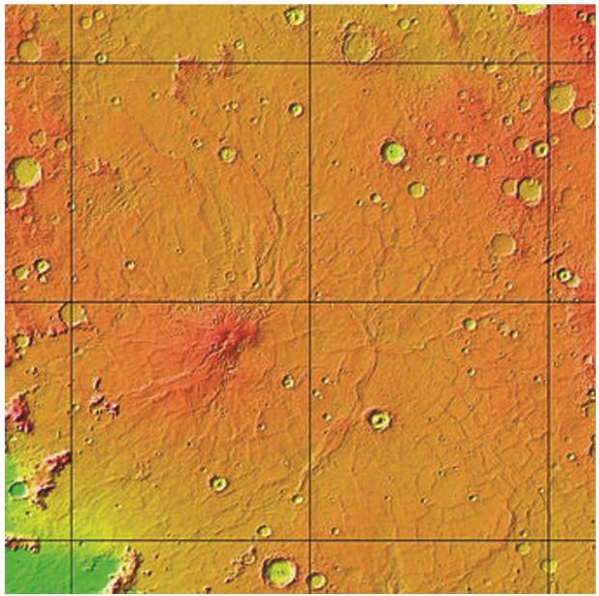
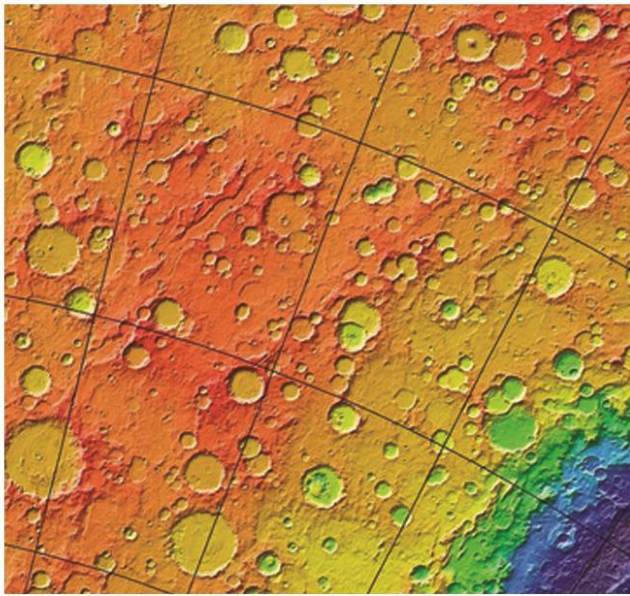


Europa

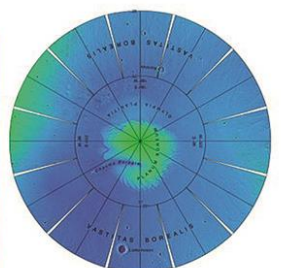
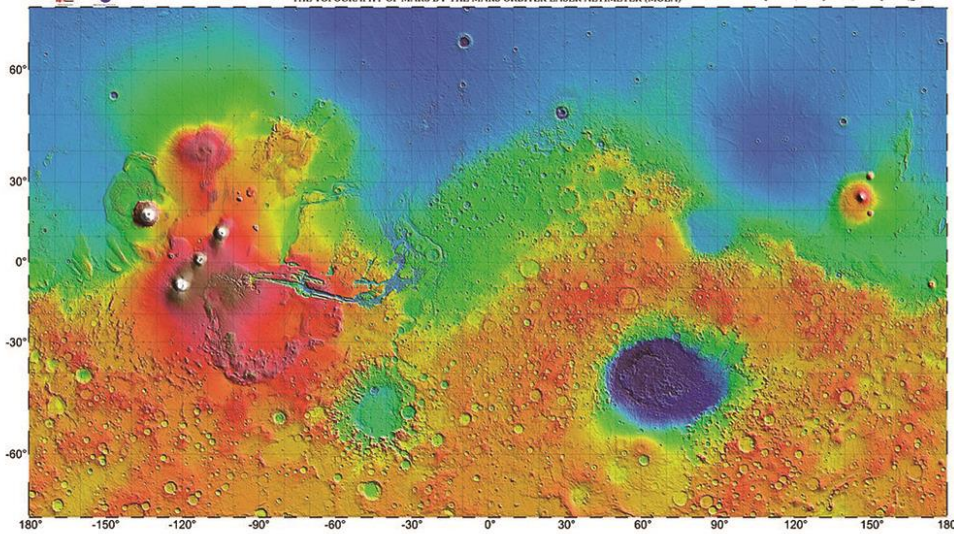


Jupiter

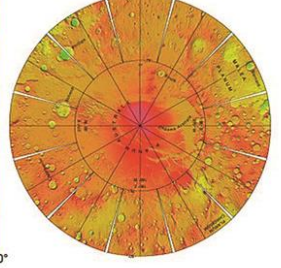




THE TOPOGRAPHY OF MARS BY THE MARS ORBITER LASER ALTIMETER (MOLA)



0° E or W, 60° N or S





ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ

АСТРОНОМСКО ДРУШТВО "РУЂЕР БОШКОВИЋ"

БЕОГРАД ♦ ✨ ♦ УДК 52 (05) ♦ ISSN 0506-4295

**М. МИЛАНКОВИЋ
"КАНОН ОСУНЧАВАЊА"**

#

**19. КОНФЕРЕНЦИЈА
АСТРОНОМА СРБИЈЕ**

#

**XII СРПСКО - БУГАРСКА
АСТРОНОМСКА
КОНФЕРЕНЦИЈА**

#

**РАЗВОЈ АСТРОНОМИЈЕ
КОД СРБА XI**

#

**IN MEMORIAM:
М. ВУКИЋЕВИЋ-КАРАБИН
АЉОША ЈОВАНОВИЋ
ДУШАН РАДОВАНОВИЋ**

#

**ЗБИРКА ПЕСАМА
"КОСМИЧКИ НОМАДИ"**

2021. 3

**ГОДИНА LXIII
КЊИГА XVI**

Bulletin of Astronomical Society "Ruđer Bošković"
Address: Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji grad 16, 11000 Belgrade, Serbia

САДРЖАЈ

Зоран Кнежевић: <i>Милутин Миланковић: Канон осунчавања</i>	61
Анђелка Ковачевић, Драгана Илић: <i>Медаља за надахнуће "The Jocelyn Bell Burnell Inspiration Medal" Европског астрономског друштва, додељена доц. др Мирјани Повић</i>	75
Анђелка Ковачевић: <i>19th Serbian Astronomical Conference, (Конференција астронома Србије, КАС), 13-17.10.2020.</i>	77
Милан С. Димитријевић: <i>XII српско-бугарска астрономска конференција</i>	79
Милан С. Димитријевић: <i>Развој астрономије код Срба XI</i>	81
<i>Писмо подршке опстанку Народне опсерваторије и Планетаријума Астрономског друштва „Руђер Бошковић“</i>	84
Олга Атанацковић, Иштван Винце: <i>Професорка Мирјана Вукићевић - Карабин (1934-2020)</i>	87
Жарко Мијајловић: <i>Александар Аљоша Јовановић (1949-2020)</i>	96
Милан Јеличић: <i>Душан Радовановић (1924-2020)</i>	98
Милан С. Димитријевић, Никола Цветковић: <i>„Космички номади“ Љубише Р. Митровића I</i>	98

CONTENTS

Zoran Knežević: <i>Milutin Milanković: Canon of Insolation</i>	61
Anđelka Kovačević, Dragana Ilić: <i>Medal of Inspiration "The Jocelyn Bell Burnell Inspiration Medal" of the European Astronomical Society, awarded to doc. dr Mirjana Pović</i>	75
Anđelka Kovačević: <i>19th Serbian Astronomical Conference, (Konferencija astronomoа Srbiје, KAS), 13-17.10.2020.</i>	77
Milan S. Dimitrijević: <i>XII Serbian-Bulgarian Astronomical Conference</i>	79
Milan S. Dimitrijević: <i>Development of Astronomy among Serbs XI</i>	81
<i>Letter of Support to the survival of the People's Observatory and Planetarium of the Society „Ruđer Bošković“</i>	84
Olga Atanacković, Ištvan Vince: <i>Professor Mirjana Vukičević – Karabin (1934-2020)</i>	87
Žarko Mijajlović: <i>Aleksandar Aljoša Jovanović (1949-2020)</i>	96
Milan Jeličić: <i>Dušan Radovanović (1924-2020)</i>	98
Milan S. Dimitrijević, Nikola Cvetković: <i>„Cosmic Nomads“ of Ljubiša R. Mitrović I</i>	98

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

др Соња ВИДОЈЕВИЋ

др Миодраг ДАЧИЋ

др Милан С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

(главни и одговорни уредник)

проф. др Драгана ИЛИЋ

Милан ЈЕЛИЧИЋ

проф. др Анђелка КОВАЧЕВИЋ

проф. др Жарко МИЈАЈЛОВИЋ

Милан МИЉУШЕВИЋ

Александар ОТАШЕВИЋ

проф. др Лука Ч. ПОПОВИЋ

Александар СИМОНОВИЋ

(технички уредник)

др Владимир СРЕЋКОВИЋ

VASIONA, часопис за астрономију, излази у четири броја годишње. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић”. Адреса уредништва и администрације: Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи град 6, 11000 Београд; телефон: 011/3032133; e-mail: adrb@adrb.org; URL: <http://www.adrb.org>. Чланарина-претплата за 2021. годину износи 1400 динара, за иностранство 20 евра. Чланарину-претплату слати у корист текућег рачуна број 205-29948-66.

VASIONA, бр. 2021/3, година LXIII, књига XVI, стр. 61–100, штампано јуна 2022.

Штампа „Скрипта Интернационал“, Београд

МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ: КАНОН ОСУНЧАВАЊА

Зоран Кнежевић

(Српска академија наука и уметности, Београд)

1. Историјске напомене

Савременом човеку може да се учини небичним да су тек почетком XIX stoleћа људи почели да схватају да се Земљина клима у геолошкој прошлости драматично мењала и да су се на нашој планети смењивали топли и хладни периоди. Том разумевању допринела је плејада радозналих и проницљивих људи – Плејфер (Playfair), Шимпер (Schimper), Венец (Venetz), Шарпантје (Charpentier), Агасиз (Agassiz) и други – који су налазили, изучавали и научно интерпретирали чињенице и доказе прикупљене на терену: ледничке морене са бочним депозитима шљунка, које указују на то да су алпски ледници некада досезали до знатно мањих висина од оних на којима се њихови доњи рубови данас налазе, бројни неправилни гранитни блокови (“лутајуће камење”, Слика 1) који стоје на геолошки неодговарајућој подлози и који су могли да буду пренесени на своје садашње положаје само дејством моћних сила покретног леда, кости арктичког ирваса нађене у јужној Француској, итд., што је све наводило на закључак да су “велике ледене плоче, попут оних које данас видимо на Гренланду, некада прекривале све територије где су ови докази нађени”. У истом периоду скован је израз “ледено доба” (Die Eiszeit) и представљен у оди коју је написао К. Шимпер. Можда је читав концепт најбоље сажео велики немачки песник Јохан Волфганг фон Гете, иначе један од великих поборника идеје да је Земља у прошлости много пута пролазила кроз хладне периоде, који је још 1829. године једноставно устврдио: “Да бисте

имали много леда потребно је хладно време, тако ја претпостављам да је једна епоха велике хладноће бар Европом прошла” (види детаљније у Петровић 2009, Кнежевић 2010).

Као што је чест случај у науци, идеја климатских промена је била жестоко оспоравана, али је стално растући корпус геоморфолошких, палеонтолошких и других доказа постепено доводио до њеног све ширег прихватања. Научна расправа је потрајала читаво столеће, а окончана је почетком XX stoleћа, када су А. Пенк и Е. Брикнер (1901-1909) предложили шему климатских промена по којој су се у Квартару догодила четири ледена доба, између којих су се распоредила три топлија периода неједнаке дужине. Иако ми данас знамо да су климатске промене у геолошкој прошлости Земље биле кудикамо комплексније него што ова једноставна шема предвиђа, чињеница да су се ледена доба догађала у прошлости је овим коначно потврђена и више није озбиљно довођена у сумњу.

Упоредо са теренским радом и прикупљањем доказа за смену хладних и топлих климатских периода, пажњу је привлачило и сложено питање њихових узрока. И овде је било потребно више од једног столећа да се дође до коначног одговора, столеће које је било обележено спором између оних који су узроке промена климе на Земљи тражили у астрономским појавама, тачније у секуларним променама Земљине хелиоцентричне путање и њене ротације и одговарајућим променама осунчавања Земље, и оних који су се залагали за њихово терестричко тумачење. Спор је у корист астрономских узрока коначно разрешио Ми-

лутин Миланковић, али је његовој појави на научној сцени претходило више изванредних људи који су свако на свој начин допринели да се астрономска теорија климатских промена развије, комплетира и примени и да, у Миланковићевој верзији, буде дефинитивно и неопозиво доказана.

Посебно интересантан аспект тог историјског развоја, бар када су у питању тумачења заснована на астрономским узроцима климатских промена, представља паралелни развој и међусобно поспешивање и условљавање небеске механике, или прецизније, оног њеног дела који се бави кретањем великих планета Сунчевог система у дугим временским интервалима, и геологије која је својим независним увидом у Земљину прошлост не само отворила питање климатских промена, него и пружица могућност провере исправности релевантних астрономских теорија и рачуна.

Један од утемељивача небеске механике као науке, Жозеф-Луис Лагранж, је крајем XVIII века (Lagrange, 1781, 1782), први израчунао секуларне промене путањских елемената за 6 тада познатих планета, укључујући и

Земљу. Исти рачун, али за 7 планета, поновио је 50 година касније Понтекулан (Pontécoulant, 1834). С друге стране, још 1830. године је Џон Хершел предложио да промене ексцентричности Земљине путање могу бити узрок климатских колебања, мада је и сам закључио да би ефекат тих промена морао бити минималан. Убрзо затим је Агасиз (1840) објавио бројне доказе о постојању ледених доба у геолошкој прошлости Земље; у то су време промене Земљиног кретања у одговарајућим временским интервалима биле већ довољно добро познате, па су се одмах појавиле и нове идеје о астрономским узроцима нађених промена климе. Тако је, на пример, Адемар (1842) предложио да је узрок промена климе прецесија Земљине осе ротације. Иако су оба предложена једноставна астрономска механизма климатских промена врло брзо одбачена, само њихово разматрање је показало да се наизглед веома различите астрономске и геолошке појаве могу узрочно-последично повезати и да се у дугопериодичним променама Земљиног кретања могу тражити узроци климатских промена.



Слика 1: Лутајуће камење из Норвешке на некадашњем острву Шокланд у Холандији (фото: Михиел Вербек - Michiel Verbeek).

Леверје (Le Verrier, 1855, 1856) је предузео да тачније од својих претходника одреди кретање великих планета, узимајући у обзир међусобне поремећаје 7 планета (иако је Леверјеово математичко предвиђање постојања и положаја Нептуна одиграло кључну улогу у открићу ове планете 1846. године, обимни рачуни за теорију кретања били су у том тренутку увелико завршени и није их било могуће поновити са Нептуном укљученим у рачун). Овај Леверјеов рад се и данас сматра можда и најбољим аналитичким рачуном поремећеног кретања великих планета. Стоквел (1873) и Харцер (1895) додају Нептун Ле Верјеовим прорачунима, али како сам Миланковић примећује (Канон, §84), резултати ове двојице аутора оптерећени су бројним грешкама, што је значајно умањило њихову вредност.

На страни климатских истраживања у овом периоду деловао је вероватно најважнији Миланковићев претеча – Џејмс Крол (1875, 1889), Крол је исправно протумачио утицај промена ексцентричности на дужину трајања годишњих доба и спрегу ових промена са прецесијом осе ротације, први је скренуо пажњу на промене нагиба Земљине осе ротације као још једног астрономског механизма који треба узети у обзир у рачуну климатских промена, разматрао је повратно дејство рефлексије Сунчевог зрачења са површина покривених ледом и предложио да промена јачине пасатних ветрова доводи до скретања океанских струја и утиче на размену топлоте између екваторских и поларних области. Кролова теорија је у почетку изазвала доста пажње међу геолозима, али се и у овом случају убрзо показало да се њени резултати не слажу са геолошким подацима са терена. Миланковић је касније објаснио да су ова неслагања последица чињенице да променљиви нагиб Земљине осе ротације није на правиан начин узет у обзир.

Хил (1897) је затим теорију кретања планета унапредио уводећи важну поправку која се назива „велика неједнакост Јупитера и Сатурна“, а односи се на један приближно резонантни поремећај другог реда по масама ове две планете. Овај поремећај има велики утицај на кретање те две највеће планете у Сунчевом

систему, па дакле и на кретање свих осталих тела у систему.

Заокружићемо овај историјски преглед пре-Миланковићевског развоја теорије кретања планета и астрономске теорије климатских промена помињањем рада који је објавио Лудвиг Пилгрим (1904). Пилгрим је први тачно одредио секуларне промене нагиба Земљине осе ротације, тиме комплетирао листу релевантних астрономских параметара узрочника климатских промена и представио на једном месту све њихове промене у геолошким временским интервалима. Користећи Стоквелове интеграле, он је секуларне промене ексцентричности Земљине путање, оријентације и нагиба Земљине осе ротације одредио за временски интервал од нешто преко милион година, дајући прецизне податке на сваких 5000 година и за сваки тренутак у којем је лонгитуда перихела Земљине путање у односу на покретну тачку пролећне равнодневице била једнака 90° , односно 270° . Овај рад је и сам Миланковић сматрао једним од најбољих међу бројним радовима из тог времена посвећених одређивању периода глацијације у Земљиној историји, превасходно зато што је аутор проблем ледених доба рашавао уз помоћ небеске механике „у којој је био добро верзиран“. На жалост, каже Миланковић, климатолошки део овог рада мора се сматрати погрешним¹.

Било је на прелазу из XIX у XX столеће још неких неуспешних покушаја да се Кролова теорија и њени резултати поправе и унапреде (Бал (Ball), Харгривс (Hargreaves), Шпиталер (Spitaler)), али ни у том периоду није развијена ни једна астрономска теорија која би у пот-

¹ Миланковић је и сам на почетку својих истраживања користио Пилгримове астрономске резултате, али је ускоро увидео да је потребно да се промене елемената Земљине путање изнова одреде са тачнијим вредностима маса великих планета које су у међувремену постале доступне и уз коришћење теорије Леверјеа са свим планетама укључујући и Нептун (Канон §84).

пуности обухватила и целовито објаснила смене топлих и хладних периода у геолошкој историји Земље. Отуда и не чуди што је познати аустријски климатолог Јулиус Хан закључио да предложени астрономски ефекти нису довољно јаки да изазову значајније климатске промене и да би се са астрономског становишта пре могло рећи да је Земљина клима стабилна него варијабилна. То је, дакле, била ситуација када је Милутин Миланковић (Даљ, 1879 – Београд, 1958) почео да се интересује за проблем ледених доба.

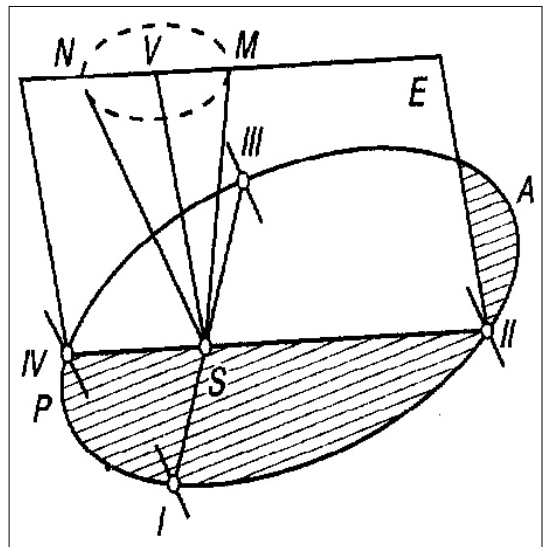
Миланковић је на астрономској теорији климатских промена радио близу 30 година. Први рад под насловом «Прилог теорији математске климе» објавио је 1912. године, а своје капитално дело "Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem", (Belgrad, Königlich Serbische Akademie, 1941; Éditions spéciales, CXXXIII, Section des Sciences mathématiques et naturelles, 33), у којем је сабрао све резултате до којих је дошао, завршио је 1941. године. О значају Миланковићевог доприноса и о његовом месту у светској науци написано је много текстова и изречено пуно похвала. Ми ћемо се овде ограничити на само један кратки цитат који на врло ефектан и непосредан начин сажима став данашње науке према Миланковићу и његовом раду (Ласкар и др. 2004): "Од тада је разумевање одзива климе на орбиталну принуду еволуирало, али су сви потребни састојци за рачунање осунчавања били садржани у Миланковићевом раду."

2. Астрономска теорија климатских промена

У најопштијем смислу, на климу Земље у међусобном прожимању и спрези утичу астрономски механизми који мењају Земљино кретање и ротацију и доводе до промена њеног осунчавања (количине Сунчевог зрачења које стиже на врх Земљине атмосфере), и физички процеси простирања зрачења кроз атмосферу и реакције Земљине површине на упадно зрачење. У овом раду задржаћемо се на астрономском делу Миланковићевог „космичког про-

блема“, јер је он не само у читавом том замршеном клупку најважнији, него и зато што је управо ту Миланковићев допринос био пресудан за решавање тешких и сложених проблема климатских промена и појаве ледених доба у геолошкој прошлости наше планете.

Три астрономска механизма доводе до промена осунчавања Земље: промене ексцентричности Земљине хелиоцентричне путање, пресеција Земљине осе ротације и промене нагиба Земљине осе ротације. На Слици 2. презуетој из Миланковићевог "Канона" шематски су приказана сва три механизма: тачка S означава центар Сунца, дуж SV нормална је на раван Земљине елиптичне путање (еклиптике), дуж SN паралелна је Земљиној осе ротације и нормална на раван њеног екватора. Угао VSN представља нагиб осе ротације у односу на нормалу на путању или нагиб еклиптике у односу на екваторску раван.



Слика 2: Шематски приказ астрономских механизма промене осунчавања (Канон, слика 40).

Ексцентричност путање e мера је њене издужености (Слика 3, лево): за елиптичне путање, каква је и путања Земље, важи $0 < e < 1$, за кружне путање $e = 0$, за параболичне $e = 1$, и за хиперболичне $e > 1$. У овом тренутку екс-

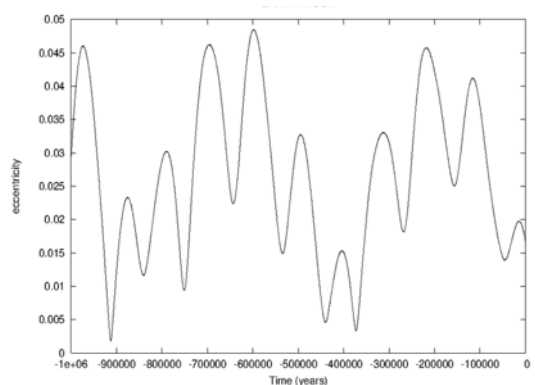
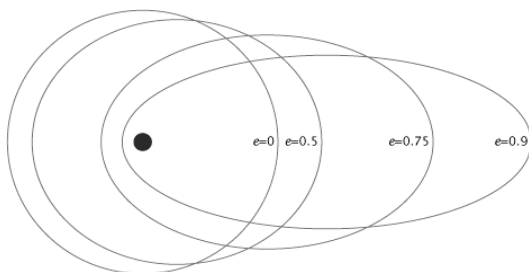
центричност Земљине путање је мала ($e = 0.0167$), дакле путања је скоро кружна и таква ће остати још неколико десетина хиљада година. Ексцентричност се мења у времену због поремећајног дејства осталих великих планета Сунчевог система на кретање Земље, те промене су квази-периодичне, имају различите амплитуде и дешавају се на различитим временским скалама.

На слици 3, десно, јасно се уочавају две доминантне периодичности промене ексцентричности, једна са периодом од око 100 000 година (овде је у ствари реч о више поремећајних дејстава врло блиских периода који су последица интеракција терестричких планета са Јупитером и њихових међусобних поремећаја) и друга од 405 000 година (индиректни ефекат интеракције Венере и Јупитера). Те две варијације су и најважније за Земљину климу у Квартару, односно у периоду од последњих 600 000 година који је Миланковић обухватио својим рачунима.

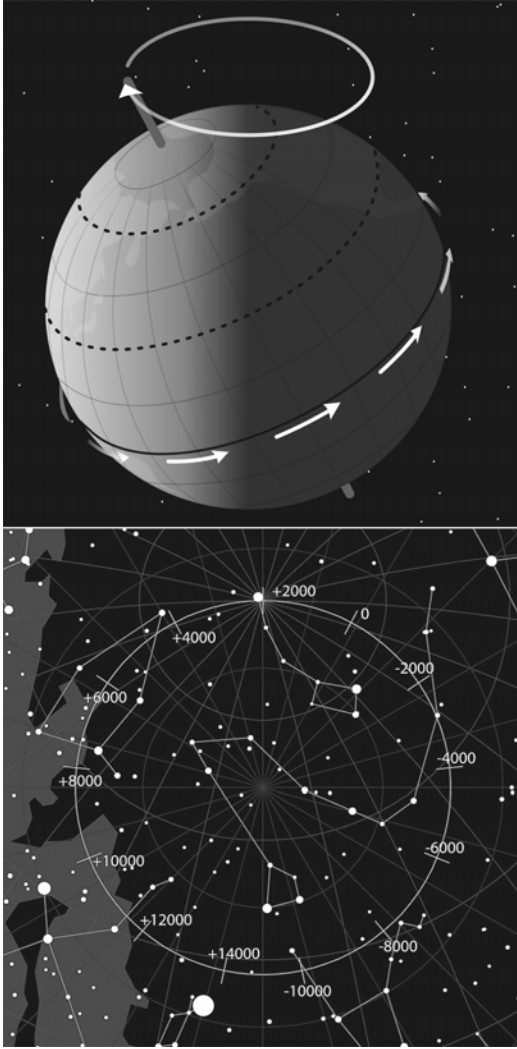
Промене ексцентричности на два начина утичу на осунчавање Земље. Мења се пре свега растојање Земље од Сунца у перихелу P (Слика 2), када Земља најближе прилази Сунцу, и афелу A , када је од њега најдаље, па се зато мења и количина зрачења које стиже на горњу границу Земљине атмосфере, јер је та количина обрнуто пропорционална квадрату растојања два тела. Сем тога, промене ексцентричности доводе до промене трајања годиш-

њих доба, мењајући тако просечну дневну количину зрачења која на Земљу стиже у летњој (пролеће и лето), односно зимској (јесен и зима) половини године. Кардиналне тачке I, и III на Слици 2 означавају равнодневице (еквinoxције), тј. положаје Земље на еклиптици на почетку пролећа и јесени, а тачке II и IV летњу дугодневицу и зимску краткодневицу (солстиције), који одговарају почетку лета и зиме на северној хемисфери (супротно на јужној). Пошто се ексцентричност Земљине путање мења у врло уским границама, од практично 0 до свега неких 0.06, то и ове промене мало утичу на укупну количину зрачења коју Земља прима, али зато знатно више утичу на дужину трајања годишњих доба (види једначине (1) и (2)).

Прецесију Земљине осе ротације, како је то објаснио Исак Њутн, проузрокује мало одступање облика Земље од идеалне сфере. Гравитационо привлачење Месеца и Сунца утиче на Земљино екваторијално испупчење, што доводи до обртања њене осе ротације, али и померања чворова екваторске равни, тј. еквinoxцијалних кардиналних тачака, по еклиптици, па се отуда ова појава често назива и прецесијом равнодневица; померање се врши у смеру кретања казаљке на часовнику, супротно, дакле, од смера саме Земљине ротације (Слика 4, горе). Оса ротације описује конус NSM (Слика 2), а заједно с њом обрће се око



Слика 3: Лево: путање разних ексцентричности (извор: NASA Earth Observatory). Десно: промене ексцентричности Земљине путање у претходних милион година (Кнежевић 2009).



Слика 4: *Горе: прецесија Земљине осе ротације има супротан смер од ротације Земље око исте те осе (извор: НАСА, Mysid). Доле: путања северног небеског пола по замишљеној небеској сфери (аутор: Тау⁴ олунга).*

осе SV и раван E која садржи осу и друге две кардиналне тачке (солстиције), описујући пун круг за приближно 26 000 година.² С друге ст-

ране, међутим, због поремећајног дејства великих планета, велика полуоса Земљине путање која повезује перихел и афел, обрће се у супротном смеру од смера кретања казаљке на часовнику, у сусрет, дакле, кардиналним тачкама, па ове због тога изврше један пун обилазак (од једног пролаза кроз перихел до другог) за просечно око 21 000 година.

Добро позната последица прецесионог кретања Земљине осе ротације је померање небеских полова, односно тачака продора продужене осе Земљине ротације кроз замишљену небеску сферу (Слика 4, доле). У овом тренутку (означеном на слици са 2 000) северни небески пол се налази у непосредној близини најсјајније звезде у сазвежђу Мали медвед (α Ursae Minoris – Полара, односно Северњача). Пре неких 5 000 година, дакле у периоду између 4 и 2 миленијума пре наше ере улогу северне звезде имала је једна мање сјајна звезда у сазвежђу Змаја (α Draco – Тубан), али ће се зато кроз 12 000 година северни небески пол налазити тамо где је био и пре отприлике 14 000 година, у близини друге по сјају звезде северне небеске хемисфере, Вега у сазвежђу Лире (α Lyrae).

Прецесија се у рачуну осунчавања јавља у спрези са лонгитудом перихела Π која представља угао између правца ка перихелу путање и правца ка тачки пролећне равнодневице за неки одабрани тренутак (тзв. стандардну епоху). Како смо већ поменули, због прецесије се тачка пролећне равнодневице помера по еклиптици за угао Ψ' , па се лонгитуда перихела у односу на ту, покретну тачку пролећне равнодневице изражава збиром $\Pi_\gamma = \Pi + \Psi'$. С друге стране, ово кретање Земљине осе ротације и тачака равнодневице, спрегнуто са променама ексцентричности, доводи до промена у дужини трајања годишњих доба и утиче на климу:

$$(1) \quad T_s - T_w = \frac{4T}{\pi} e \sin \Pi_\gamma$$

² Овај период назива се Платонском годином.

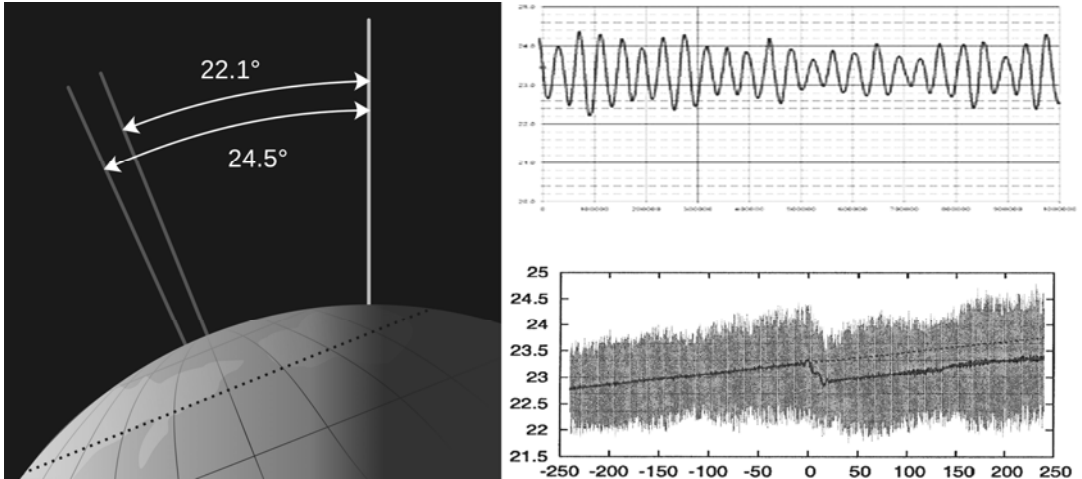
Као што се из једначине (1), која важи за северну хемисферу и у којој је са T означен период обиласка Земље око Сунца, лако може закључити, промене ексцентричности значајно утичу на разлику у дужини трајања летње (T_S) и зимске (T_W) астрономске полугодине. Када за неку дату вредност ексцентричности, лонгитуда перихела P , достигне 90° , дужина летње полугодине на северној хемисфери врло је близу свог максимума, а дужина зимске полугодине близу минимума. Укупна количина зрачења која на Земљу стиже у летњој полугодини се расподељује на дужи временски интервал, што значи да просечна количина зрачења по јединици времена пада на минимум. Супротно се дешава у зимској полугодини у којој просечно осунчавање на северној хемисфери достиже свој максимум. То води до ублажавања сезонских климатских контраста фаворизујући формирање сталног леденог покривача³. Истовремено се на јужној Земљиној хемисфери дешава обрнуто: сезонски контрасти се појачавају, што доводи до кратких, врелих лета у току којих се лед нагомилан током дуге зиме у потпуности отопи. Кад лонгитуда перихела достигне 270° , дешава се исто, само са замењеним улогама Земљиних полулопти: сезонски контрасти су у минимуму на јужној, односно у максимуму на северној хемисфери. Када је лонгитуда перихела 0° или 180° , на обе хемисфере годишња доба једнако дуго трају и оне имају једнаке климатске контрасте.

Промене нагиба Земљине осе ротације такође су последица поремећајног дејства великих планета. Иако варијације нагиба осе могу да буду доста различите од циклуса до циклуса, период тих промена у средњем износи око 41 000 година (Слика 5, десно горе), а

нагиб се мења у уским границама од приближно 22.1 до 24.5 степена (Слика 5, лево). Садашња вредност нагиба од око 23.44 степена блиска је, дакле, средњој вредности у току једног циклуса и тренутно се смањује. У много дужем временском интервалу мереном стотинама милиона година у прошлост и будућност (Слика 5, десно доле), нагиб осе ротације показује скоро линеарни тренд раста који је управо у садашњој епохи прекинут једном епизодом наглог пада који се дешава због пролаза Земље кроз секуларну резонанцу (Ласкар *et al.* 2004).

Промена нагиба Земљине осе ротације доводи до промене угла под којим Сунчево зрачење пада на горњу границу атмосфере Земље, тако да се иста количина зрачења распоређује на већу површину, што онда смањује интензитет зрачења по јединици површине: на пример, интензитет зрачења које на јединицу осунчане површине долази под углом од 45 степени износи само око 70% онога које на исту површину пада под правим углом. Због сферног облика Земље чак и сасвим мале промене нагиба њене осе ротације доводе до осетних варијација осунчавања, па дакле и температуре и климе, у њеним поларним областима, где је угао под којим Сунчеви зраци падају на површину и иначе мали. Супротно томе, у областима ближим екватору до којих Сунчево зрачење стиже под великим углом, ове варијације су занемарљиве и скоро да не утичу на климу. Кад нагиб Земљине осе порасте, повећа се и угао под којим Сунчево зрачење стиже до високих географских ширина. То увећава количину топлоте коју ове области примају, расте температура и смањују се климатски контрасти између поларних и екваторских области (Миланковић је показао да би географски климатски контрасти потпуно нестали када би оса ротације Земље била нагнута под углом од 54 степена). Наравно, смањивање нагиба увећава географске климатске контрасте.

³ Како је, наиме, показао чувени аустријски климатолог Владимир Кепен (Wladimir Köpen), иначе блиски сарадник и пријатељ Милутина Миланковића, до формирања сталног леденог покривача не долази због хладних зима, већ због мање топлих лета, јер тада лед формиран у току зиме не стигне да се отопи у потпуности, већ остаје до наредне хладне сезоне када се на већ постојећи ледени покривач додаје нови.



Слика 5: Лево: нагиб Земљине осе ротације је угао који та оса заклапа са нормалом на раван еклиптике (извор: НАСА, Mysid). Десно, горе: промене нагиба Земљине осе ротације у наредних милион година (Берже (Berger), 1976). Десно, доле: промене нагиба Земљине осе ротације у претходних и следећих 250 милиона година. Сивом танком линијом представљене су промене нагиба од циклуса до циклуса, док дебља тамна линија даје промене средњег нагиба да би се боље видео општи тренд пораста нагиба и његов нагли пад око садашње епохе (0 на апсиси на којој је време дато у милионима година). Тачкаста линија показује како би нагиб растао у будућности да се управо не дешава пад његове вредности услед проласка Земље кроз резонанцу (Ласкар и др. 2004).

С друге стране, нагиб Земљине осе ротације ϵ утиче и на разлику количине зрачења коју нека географска ширина ϕ прима у току летње (пролеће и лето, W_s) и зимске (јесен и зима, W_w) астрономске полугодине:

$$(2) \quad W_s - W_w = \frac{T}{\pi} \cdot \frac{J_0}{\sqrt{1 - e^2}} \sin \phi \sin \epsilon$$

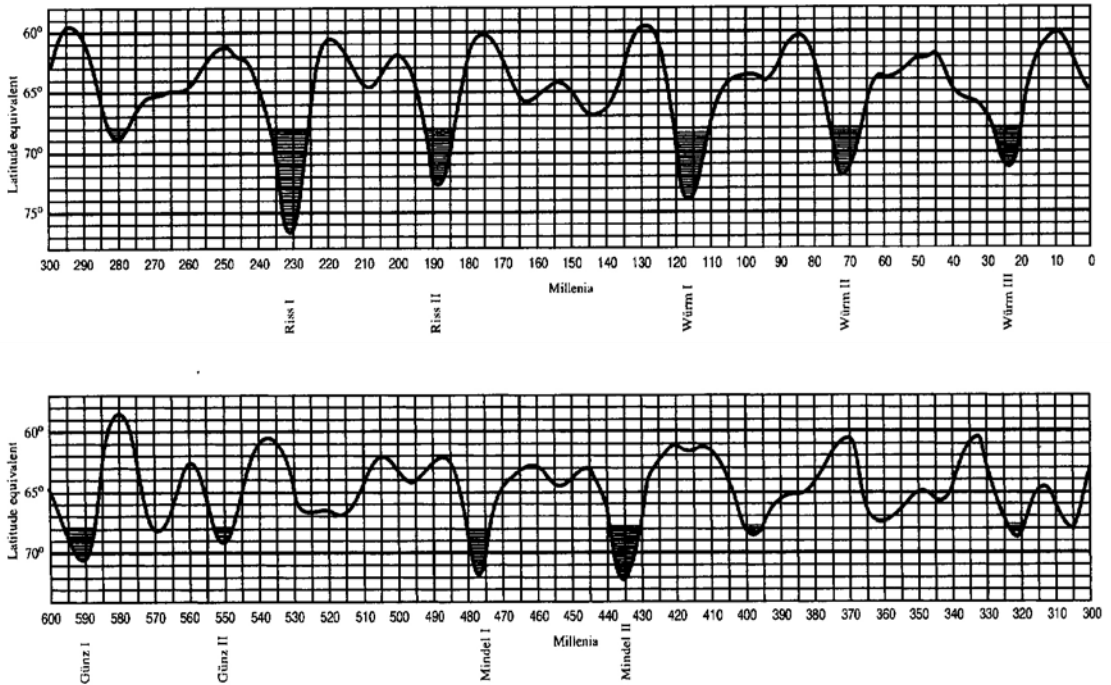
T је и овде период обиласка Земље око Сунца, $J_0 = 1.367 \text{ W/m}^2$ је соларна константа⁴, а e ексцентричност Земљине путање. Очигледно ова разлика расте када се нагиб осе повећава,

⁴ Укупна количина енергије која у јединици времена стиже са Сунца нормално на јединицу површине на горњој граници Земљине атмосфере, на растојању од 1 астрономске јединице (средње растојање Земље од Сунца).

увећавајући тако сезонске климатске контрасте. Ексцентричност се у једначини јавља у форми која њене мале промене чини скоро потпуно занемарљивим, тако да она, као што је напред речено, незнатно утиче на промене осунчавања.

Треба још рећи и да се оба поменута контраста, географски и сезонски, у функцији промене нагиба осе ротације истовремено увећавају или смањују на обе хемисфере.

Комбинујући горе описане астрономске механизме и њихове спрегнуте утицаје Миланковић је коначно дошао до своје познате криве осунчавања (Слика 6). На кривој су у јединицама промене географске ширине приказане промене осунчавања области на 65° северне географске ширине: тако је, на пример, пре око 10 000 година ова област примала ону количину зрачења коју данас прима област на 60° географске ширине, дакле већу него што је ова садашња, док је пре око 230 000 година



Слика 6: Промене летњег осунчавања на 65° северне географске ширине у протеклих 600 000 година (Канон, слика 57).

примала количину која одговара количини зрачења коју данас прима област на 77° ширине, дакле знатно мање него што прима сада. У првом случају је на посматраној географској ширини било топлије него што је сада, а у другом је било много хладније и тај период одговара једном од ледених доба кроз која је Земља прошла у прошлости (леденим добрима одговарају осенчени минимуми на кривој).

Промене осунчавања дате су, дакле, сложеном кривом која се добија слагањем три основна периодична циклуса: првог са периодом од око 21 000 година, који је последица прецесије Земљине осе ротације, другог са периодом од 41 000 година који изазивају промене нагиба Земљине осе ротације и трећег са периодом од приближно 100 000 година, до којег доводе промене ексцентричности Земљине путање. Ова три циклуса су у литератури познати као “Миланковићеви циклуси”.

3. Per aspera ad astra⁵

Миланковић се у свом раду сусретао са бројним потешкоћама, почев од оних везаних за ограничења која су наметали тадашњи скромни рачунски ресурси потребни за сложена израчунавања промена осунчавања, па до оних суптилнијих и утолико теже премостивих које су потицале од, на пример, недовољно тачно познатих података и параметара који су улазили у та израчунавања. У “Канону” (§84) он детаљно разматра потребну тачност астрономских параметара која обезбеђује одређивање висинске границе вечног снега⁶ до на ± 10 м. Определујући се за коришћење Лерверјеове теорије кретања планета и његове оцене тачности добијених резултата, Милан-

⁵ Преко трња до звезда (латинска изрека)

⁶ Ову границу Миланковић користи као меру средње температуре у датом тренутку и на датом географској ширини .

ковић констатује да је та тачност довољна за потребе одређивања промена осунчавања у периоду од по милион година у прошлост и будућност, па опрезно ограничава своја палеоклиматска израчунавања на временски интервал од 600 000 година.

Поменућемо овде, примера ради, само један такав проблем: недовољно тачно познавање вредности маса великих, поремећајних планета Сунчевог система чији утицај на кретање Земље треба узети у обзир. Када је одлучио да своје првобитне рачуне, засноване, како је напред поменуто, на резултатима Л. Пилгрима, уопшти и прошири, Миланковић претходно поправља параметре Земљиног кретања користећи најбоље тада расположиве вредности за масе планета. У Табели 1. приказане су масе великих планета које су користили Леверје и Миланковић, у поређењу са њиховим савременим вредностима (Jet Propulsion Laboratory, JPL) одређеним приликом проласка космичких сонди поред сваке од њих. Као што се лако може видети, разлике вредности маса су значајне, па је утолико очигледније да је Миланковићева одлука била исправна. Према се вредности које је он користио и даље понешто разликују од савремених, оне су знатно тачније од оних којима је располагао Леверје, и довољно добре да се промене осунчавања одреде са поузданошћу потребном за палеоклиматска израчунавања.

Сличан проблем Миланковић је имао са вредношћу константе прецесије и релативистичким поправкама, за које је у свом препознатљивом прагматичном маниру показао да су за геолошке потребе и у временском оквиру на који се ограничио занемарљиве.

Миланковићев рад на астрономској теорији климатских промена и резултати до којих је дошао изазвали су пуно пажње и уважавања, али и жестоког противљења и оспоравања његових савременика. И сам Миланковић у својим радовима и књигама помиње велики број значајних истраживача тог времена чији се рад преклапао и преплитао са његовим, са којима је сарађивао или се са њима на научном плану спорио. Има ту географа, климатолога, геолога, геофизичара, математичара,

механичара и астронома, јер је Миланковић морао да користи знања свих ових научних дисциплина да би дошао до решења проблема.

За Миланковићевог живота, сем већ помињане геолошке периодизације Земљине прошлости, није било озбиљнијих доказа о сагласности резултата астрономске теорије климатских промена, тј. Миланковићевих циклуса, са променама у природи. И сама периодизација ледених доба претрпела је бројне измене и допуне, о чему Миланковић детаљно говори у свом "Канону". Ипак, све те периодизације, почев од једноставне шеме са четири квартарне глацијације А. Пенка и Е. Брикнера, преко сложенијих шема са бољом временском резолуцијом Б. Еберла, Ј. Кнауера, П. Бека, Ф. Берча и других, па до веома детаљно разрађене периодизације Л. Сигерта и нарочито В. Соргела, чији резултат је сложена шема са чак 11 хладних и 11 умерених периода, су се одлично слагале са Миланковићевом кривом осунчавања.

50-тих година XX stoleћа почели су, међутим, да се појављују и извесни докази сасвим другачије врсте, који су говорили у прилог исправности астрономске теорије и Миланковићевих циклуса (Петровић 2009). Ч. Емилиани је тако испитивао однос заступљености два изотопа кисеоника $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ у фосилним узорцима, користећи раније откривену појаву да се тај однос увећава када температура морске воде расте, а смањује са снижењем температуре воде, тако да он представља прави природни термометар. Анализирајући узорке из различитих периода у прошлости, нашао је да су се промене изотопске заступљености, односно одговарајуће промене температуре мора дешавале циклично, управо у ритму Миланковићевих циклуса. Полазећи од тога да једноћелијски планктон, тзв. фораминифера *Globorotalia menardii*, обитава само у топлим морима, Д. Ериксон је истраживао његову заступљеност у седиментним језгрима извађеним са дна Каспијског мора и користио је као индикатор промене температуре воде, односно смене хладних и топлих периода у геолошкој прошлости. Његове анализе, као и многе друге које су уследиле (леви или десни-

Табела 1: Реципрочне вредности маса великих планета изражене у јединицама масе Сунца (Земља, дакле, има близу 330 хиљада пута мању масу од Сунца; преузето из Кнежевић, 2009).

Планета	Левејје	Миланковић	JPL
Меркур	1,909,706	6,000,000	6,023,600
Венера	401,939	408,000	408,523.71
Земља+Месец	356,354	329,390	328,900.56
Марс	2,680,337	3,093,500	3,098,708
Јупитер	1,050	1,047	1,047.34
Сатурн	3,512	3,501	3,497.89
Уран	17,918	22,869	22,902.98
Нептун	14,400	19,380	19,412.24

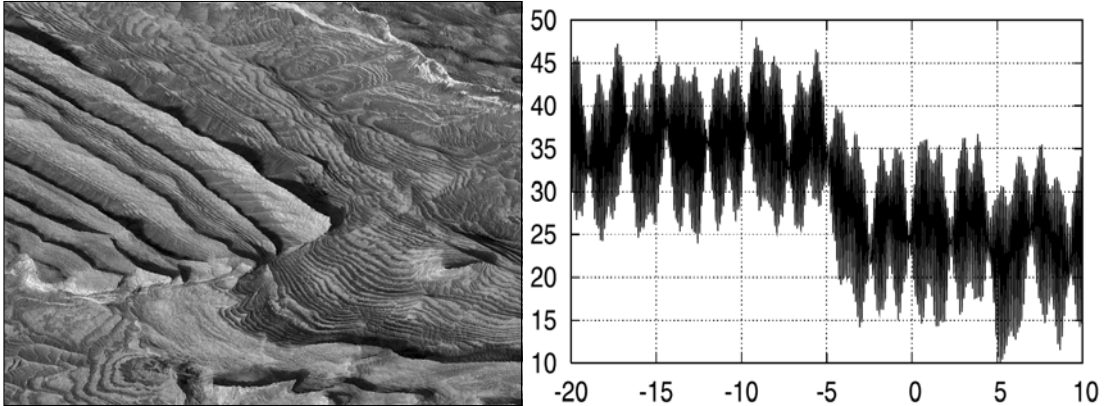
-смер намотавања љуштурице организма *Globigerina bulloides* или изотопски састав њихових љуштурица као индикатори промена температуре, односно слојевитост коралних спрудова и абразионе терасе на обалама мора као последице великих колебања нивоа мора и сл.), показале су несумњиво слагање са Миланковићевом кривом осунчавања.

Миланковић је преминуо а да његова теорија још није била дефинитивно доказана и широко прихваћена, убеђен, међутим, да је у праву и да су његови закључци исправни, а резултати тачни. Требало је сачекати 1976. годину и објављивање чланка са резултатима пројекта CLIMAP, који су објавили Џ. Хејс, Џ. Имбри и Н. Шеклтон (Hays et al., 1976), и у којем је коначно доказано да су "промене Земљине орбиталне геометрије главни узрок низања ледених епизода у Квартару". Анализирајући језгра узета са дна Индијског океана, они су нашли да се Миланковићеви циклуси у потпуности поклапају са онима које су они добили потпуно независном методом и тиме ставили тачку на расправу о астрономским узроцима ледених доба у геолошкој прошлости Земље.

Данас је Миланковићева астрономска теорија климатских промена опште прихваћена у научној јавности и више нико не оспорава да је орбитална принуда покретач климатских промена на геолошким временским скалама. Иако је климатологија у међувремену напредовала и показала да на климу утиче још много фактора

(укључујући данас актуелни антропогени фактор), ипак се сви слажу да у основи климатских промена у дугим временским периодима лежи промена осунчавања као последица промена параметара Земљиног кретања око Сунца и њеног обртања око осе ротације променљиве оријентације и нагиба.

Природно се овде намеће питање, да ли је Миланковићева теорија и данас актуелна? Да би се одговорило на то питање довољно је погледати наслове радова посвећених клими који се данас објављују, па у њима лако наћи Миланковићево име или препознати елементе Миланковићевог доприноса. Посебно је у том смислу интересантна примена Миланковићеве теорије на климу других планета у Сунчевом систему – *Climate zones on Pluto and Charon* (Binzel et al. 2017), а још више када се она користи за истраживања климе екстрасоларних планета – *Exo-Milankovitch Cycles. I. Orbits and Rotation States* (Deitrick et al. 2018). Миланковић је, наиме, од самог почетка рада на климатским променама на Земљи, решавању свог "великог космичког проблема" пришао тако да његова теорија буде универзално примењива на свако суб-звездано небеско тело и сам је, још у књизи *Théorie mathématique des phénomènes thermiques produits par la radiation Solaire* (Миланковић 1920) објављеној у Паризу, израчунао средње температуре свих терестричких планета Сунчевог система (Меркур, Венера, Земља, Марс) и Месеца, на шта је био веома поносан.



Слика 7: *Лево: кратер Бекерел на Марсу са траговима климатских циклуса (снимак: Mars Reconnaissance Orbiter, „НАСА“). Десно: промене нагиба осе ротације Марса у временском интервалу од 30 милиона година (Ласкар и др. 2002, слика 9).*

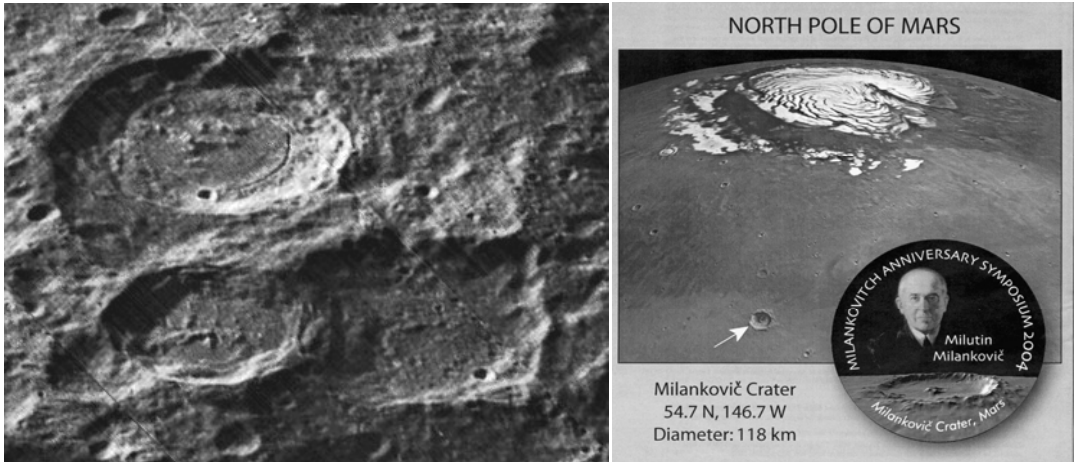
На Слици 7, лево приказане су ерозионе терасе на зидовима кратера Бекерел на Марсу настале таложењем седиментних стена. Климатски циклуси који су трајали милионима година оставили су запис у облику ритмичког обрасца дебелих наслага. Десетослојни узорак понавља се такође најмање 10 пута, што одговара познатом циклусу промена нагиба осе ротације планете, код којег је основна периода од око 120 000 година модулирана периодом од неких 1.25 милиона година који обухвата приближно 10 периода основног циклуса (Слика 7, десно).

4. Признања

Миланковић је и за живота био изузетно високо цењен научник, професор и академик, о чему најбоље сведоче Златна докторска диплома Техничког универзитета у Бечу, као и бројне важне функције које је обављао, од потпредседника Српске академије наука и уметности, декана Филозофског факултета Универзитета у Београду, директора Астрономске опсерваторије у Београду и др. За научни рад, међутим, признања су стигла постхумно. Међународна астрономска унија (International As-

tronomical Union, IAU) је на својим конгресима у Брајтону 1970. године и Варшави 1973. године одлучила да се Миланковићево име даје кратерима на Месецу и Марсу, небеским телима којима је он први израчунао температуре на површини. Онај на Месецу налази се на његовој тамној страни, на селенографским координатама +170 +78, има пречник од 46 км и припада локалној групи ударних кратера у близини северног Месечевог пола (Слика 8а), а онај на Марсу, пречника 118 км, на северној хемисфери и координатама +147 +55, на обали океана Ледене хладноће у равници Vasis Borealis (Слика 8б).

Европска геофизичка унија (ЕГУ) почев од 1993. године додељује медаљу Милутин Миланковић (Слика 9) за изузетне резултате у истраживању и моделовању климатских промена у дугим временским интервалима. У једном НАСА-ином рангирању Миланковић је сврстан међу 10 најважнијих научника свих времена у области наука о Земљи. У Београду и Србији један велики булевар, један парк, неколико школа и астрономских друштва носи име Милутина Миланковића, чиме његов народ чува успомену на великог научника.



(a)

(b)

Слика 8: (а) Локална група ударних кратера на тамној страни Месеца: горе лево Карпински, доле лево Рико и доле десно Миланковић (извор: НАСА). (б) Плакат за симпозијум поводом 125. годишњице Миланковићевог рођења, са фотографијом и координатама кратера Миланковић на Марсу. (извор: НАСА).

Завршићемо овај кратки приказ освртом на астероид (1605) Миланковић (Кнежевић 2009). Астероид који носи Миланковићево име открио је 1936. године српски астроном Перо Ђурковић на Белгијској краљевској опсерваторији у Иклу. Средње растојање од Сунца му је нешто преко 450 милиона км, а период обиласка око Сунца 5.2 године, док Земљи може да приђе на најмање растојање од око 270 милиона км. Путања му је умереног нагиба и ексцентричности, кретање стабилно. Члан је познате фамилије Еос, што значи да је настао у судару родитељског тела ове фамилије са другим астероидом пре око 1.5 милијарди година. Период ротације му је 11.6 часова, а амплитуда промене сјаја 0.12 маг, што указује на умерено издужен облик троосног елипсоида, еквивалентног пречника од око 30 км. Можда и помало иронично звучи чињеница да је по човеку који се читавим својим животом и делом истицао и издвајао из своје околине и свог времена име добио један тако обичан астероид, који се баш ни по чему не издваја у односу на остале астероиде у том делу главног астероидног прстена.



Слика 9: Медаља Милутин Миланковић Европске геофизичке уније.

Литература

- Adhémar, J.: 1842, *Révolutions de la mer* (Paris: Bachelier).
 Agassiz, L.: 1840, *Études sur les glaciers* (Paris).

- Berger, A. L.: 1976, Obliquity and Precession for the last 5000000 years, *Astronomy and Astrophysics* **51**, 127-135.
- Binzel, R. P., Earle, A. M., Buie, M. W., Young, L. A., Stern, S. A., Olkin, C. B., Ennico, K., Moore, J. M., Grundy, W., Weaver, H. A., Lisse, C. M. Lauerfth, T. R., New Horizons Geology and Geophysics Imaging Team: 2017, Climate zones on Pluto and Charon, *Icarus* **287**, 30-36.
- Croll, J.: 1875 *Climate and Time, in Their Geological Relations*, London
- Croll J.: 1889. *Discussions on Climate and Cosmology*. London.
- Deitrick, R., Barnes, R., Quinn, T. R. Armstrong, J., Charnay, B. and Wilhelm C.: 2018, Exo-Milankovitch Cycles. I. Orbits and Rotation States, *Astronomical Journal* **155(6)**, 266.
- Harzer, P.: 1895, *Die Säcularen veränderungen der bahnen der grossen planeten*, Fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft, Leipzig.
- Hays, J. D., Imbrie, J., Shackleton, N. J.: 1976, Variations in the Earth's Orbit: Pacemaker of the Ice Ages, *Science* **194**, 1121-1132.
- Hill, G.: 1897, On the values of the eccentricities and longitudes of the perihelia of Jupiter and Saturn for distant epochs, *Astronomical Journal*, **17(11)**, 81-87.
- Knežević, Z.: 2009, Milutin Milanković, astronom. *Stvaralaštvo Milutina Milankovića* (Č. Ocić, urednik), Srpska akademija nauka i umetnosti, Naučni skupovi CXXIV, Predsedništvo, Knjiga 9, 73-96.
- Knežević, Z.: 2010, Milutin Milanković and the astronomical theory of climate changes, *Europhysics News* **41(3)**, 17-20.
- Lagrange, J. L.: 1777, *Oeuvres complètes*, t. VI, Gauthier-Villars, Paris.
- Lagrange, J. L.: 1781, *Oeuvres complètes*, t. V, Gauthier-Villars, Paris.
- Laskar, J., Levrard, B., Mustard, J. F.: 2002. Orbital forcing of the martian polar layered deposits, *Nature* **419**, 375-377.
- Laskar, J., Robutel, P., Joutel, F., Gastineau, M., Correia A. C. M., Levrard, B.: 2004, A long-term numerical solution for the insolation quantities of the Earth, *Astronomy and Astrophysics* **428**, 261-285.
- Le Verrier, U.: 1855, *Ann. Obs. Paris*, I, Mallet-Bachelet, Paris.
- Le Verrier, U.: 1856, *Ann. Obs. Paris*, II, Mallet-Bachelet, Paris.
- Миланковић, М. 1912. Прилог теорији математске климе, *Глас Српске краљевске академије* LXXXVII, Први разред, 36; 136-160).
- Milankovitch, M.: 1920, *Théorie mathématique des phénomènes thermiques produits par la radiation Solaire*, Gauthier - Villars, Paris.
- Milankovitch, M.: 1941, *Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem*, Belgrad, Königlich Serbische Akademie, 1941; Éditions speciales, CXXXIII, Section des Sciences mathématiques et naturelles, 33.
- Penck, A., Brückner, E.: 1901-1909, *Die Alpen Im Eiszeitalter*, (3 Vols.) Leipzig: Tauchnitz.
- Petrović, A.: 2009, *Ciklusi i zapisi: Opus Solis Milutina Milankovića*, Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd.
- Pilgrim, L.: 1904, *Versuch einer rechnerischen behandlung des eiszeitenproblems*, Jahreshefte für vaterlandische Naturkunde in Württemberg, 60.
- Pontécoulant, G. de: 1834, *Théorie Analytique du Système du Monde*, t. III, Bachelier, Paris.
- Stockwell, J. N.: 1873, *Memoir on the secular variations of the elements of the eight principal planets*, Smith. Contr. Knowledge, Washington, 18

MILUTIN MILANKOVIĆ: CANON OF INSOLATION

The article presents the astronomical theory of climate changes by Milutin Milanković. Three main astronomical mechanisms: changes in the eccentricity of the orbit, changes in the inclination of the axis of rotation and precession of the axis of rotation, as well as their influence on climate changes are briefly described and explained. Special attention is paid to the historical development of the idea of the existence

of significant climate changes in the Earth's geological past, ie the change of ice and warm ages, as well as the comparative development of theories of disturbed Earth motion which were the basis for astronomical influence on climate.

Rad је наручен и објављен на словеначком, pod naslovom: "Kanon osončenja", Glasnik Slovenske matice, leto 2018, letnik XXXV, стр. 21-38.

ИЗ ИНОСТРАНСТВА

МЕДАЉА ЗА НАДАХНУЋЕ *THE JOCELYN BELL BURNELL INSPIRATION MEDAL* ЕВРОПСКОГ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА ДОДЕЉЕНА ДОЦ. ДР МИРЈАНИ ПОВИЋ

Анђелка Ковачевић, Драгана Илић

(Катедра за астрономију Математичког факултета Универзитета у Београду)

Први пут ове године додељена је медаља за надахнуће *The Jocelyn Bell Burnell Inspiration Medal* Европског астрономског друштва, као признање астрономима у свим фазама каријере чији допринос превазилази научна истраживања.



Слика 1: Мирјана Повић

Добитница је доц. др Мирјана Повић (*Ethiopian Space Science and Technology Institute (ESSTI), Ethiopia & Instituto de Astrofísica de Andalucía, Spain*) која је награду добила за свој рад на развоју астрономије, науке и образовања као излаза из сиромаштва и побољшања квалитета живота младих у Африци. Предла-

гачи су били др *Isabel Marquez Perez* и др *Antxon Alberdi Odriozola* са андалузијског института за астрофизику и др Бојан Арбутина испред Катедре за астрономију Математичког факултета Универзитета у Београду.

Мирјана Повић је доцент на Етиопијском институту за свемирска истраживања и технологије, сарадник-истраживач на Институту за астрофизику Андалузије и почасни предавач на Универзитету за науку и технологију Мбарара (*MUST, Uganda*). Стекла је диплому из астроfizике на Катедри за астрономију Математичког факултета Универзитета у Београду, а докторат из астроfizике је одбранила 2010. на Институту за астроfiziku на Канарима, у области формирања и еволуције галаксија. Више од 10 година ради на развоју астрономије и уопште науке и образовања у Африци кроз различите пројекте и иницијативе. Године 2018. примила је прву награду чувеног научног часописа *Nature* за инспиративан рад у науци, као и за своја истраживачка достигнућа и допринос друштву. Влада Србије је 2019. године позвала Мирјану Повић да буде један од њених амбасадора науке, а добила је и признање од *ESSTI (Ethiopian Space Science and Technology Institute)* за изузетан допринос. Такође, допринела је развоју људских капацитета руководећи магистарским и докторским тезама у Етиопији, Руанди, Уганди и Танзанији од 2014. године. Мирјана Повић је била секретар првог Комитета за мапирање развоја

свемирских истраживања и технологија Етиопије (2016-2018) и једина жена, уз то странац, међу 12 чланова првог одбора за развој Етиопске свемирске стратегије (2018-2019).

Тренутно учествује у развоју Афричке стратегије за фундаменталну и примењену физику као један од ко-сазивача радне групе за астрофизику и космологију.

Мирјана Повић је у последњих 10 година значајно допринела развоју астрономије, науке и образовања у Африци, као и покретању / јачању сарадње овог континента са Европом. Водила је различите пројекте и иницијативе у неколико афричких земаља, при чему је активан члан: Канцеларије за развој астрономије Међународне астрономске Уније (International Astronomical Union (IAU) - Office of Astronomy for Development), Источноафричке регионалне канцеларије за развој астрономије и Афричког астрономског друштва (African Astronomical Society - AFAS).

Мирјана Повић је значајно допринела институционалном развоју ESSTI-а. Након номинације за доцента Одељења за истраживања и развој астрономије и астрофизику 2016. године, обављала је функцију шефа тог одељења у периоду 2018-2020. Била је члан у одборима за науку, истраживање, истраживачку етику и тематска подручја и развила је неке од првих ESSTI смерница, што је 2019. довело до признања ESSTI за њен целокупан рад. Заједно са својим афричким колегама помогла је у успостављању неких од првих истраживачких група и заједничких пројеката у области вангалактичке астрономије у оквиру ESSTI у Етиопији, затим на Универзитету у Руанди, Мбарара Универзитету за науку и технологију у Уганди, као и на Универзитету Додома у сарадњи са Отвореним универзитетом Танзаније, али и у Јужној Африци. Неке од првих публикација астрономских истраживања у источноафричким земљама резултирале су јачањем сарадње не само између тих земаља, већ и између афричких и држава других континената. Др Мирјана Повић је додатно ојачала ову сарадњу координацијом неколико предлога за умрежавање и мобилност

(Astronomy and Astrophysics Arising Across Africa - 5A, EU-RISE, MATERNA: Mobility in Africa for Training, Education and Research, EU-H2020 network).

Мирјана Повић је била члан Научних организационих одбора и / или је организовала неколико научних скупова у Африци, као што је МАУ Регионални састанак у Адис Абеби (2017), МАУ Симпозијум 356 (први МАУ симпозијум у Етиопији и Источној Африци, а трећи у целој Африци), први AfAS (African Astronomical Society) пословно-научни састанак (Етиопија, 2019), први годишњи састанак AfAS (виртуелни формат, 2021), сесије у оквиру Конгреса Европског астрономског друштва посвећене афричко-европским сарадњама – 2018. (Велика Британија), затим исте сесије али у оквиру истог серијала конгреса одржаног 2020. (виртуелни формат). Такође је члан научног организационог одбора Генералне скупштине Међународне астрономске уније која ће се одржати у Кејптауну 2024. године.

Мирјана Повић је активна у Афричком астрономском друштву (AfAS) доприносећи дефинисању његових стратегија за дугорочни развој астрономије широм Африке. Чланица је Научног одбора AfAS од 2019. године, и координаторка је ”Прегледа о астрономији у Африци”. Она служи као узор женама у астрономији и науци активним учешћем у пројекту ”STEM for GIRLS” у оквиру Друштва етиопских жена у науци и технологији. Мирјана Повић основала је и координира Афричку мрежу жена у астрономији која делује у оквиру AFAS.

Мирјана Повић такође налази времена да подржи астрономију у Србији и то пре свега кроз сарадњу и активно учешће на астрономским конференцијама у нашој земљи. У оквиру 19. Конференције астронома Србије (19th Serbian astronomical conference), Мирјана Повић је имала два позвана предавања: једно из области вангалактичке астрономије а друго из области развоја астрономије на афричком континенту. Позивамо читаоце да одслушају ова два изузетна предавања која су доступна у

дигиталном легату Конференције на адреси <http://astro.math.rs/kas19/index.php?page=programme>

Целокупан допринос Мирјане Повић развоју астрономије изражава њено дубоко веровање да се кроз образовање и науку можемо дугорочно борити против сиромаштва и учинити наш свет бољим местом за све.

Овај текст је написан према званичној информацији Европског астрономског друштва о додели награде:

The Jocelyn Bell Burnell Inspiration Medal
https://eas.unige.ch/documents/eas_prizes_2021.pdf

MEDAL FOR INSPIRATION: THE JOCELYN BELL BURNELL INSPIRATION

MEDAL OF THE EUROPEAN ASTRONOMICAL SOCIETY AWARDED TO DR. DR. MIRJANA POVIĆ

Presented are activities of Mirjana Pović (*Ethiopian Space Science and Technology Institute (ESSTI), Ethiopia & Instituto de Astrofísica de Andalucía, Spain*) who has been awarded by the European Astronomical Society with *The Jocelyn Bell Burnell Inspiration Medal*.

Друштво честита свом старом члану Мирјани Повић на престижној међународној награди.

Уредништво

ИЗ НАШЕ ЗЕМЉЕ

19th SERBIAN ASTRONOMICAL CONFERENCE, (КОНФЕРЕНЦИЈА АСТРОНОМА СРБИЈЕ, КАС), 13-17.10.2020.

Проф. др Анђелка Ковачевић

(Катедра за астрономију Математичког факултета Универзитета у Београду, Студентски трг 16, 11000 Београд, Србија)

Катедра за астрономију Математичког факултета Универзитета у Београду, организовала је у сарадњи са Астрономском опсерваторијом у Београду, престижну националну конференцију са међународним учешћем "19th Serbian astronomical conference" - 19th SAC, од 13. до 17. октобра 2020. године (<http://astro.math.rs/kas19/>).

Конференција је први пут одржана у дигиталном формату са око 118 учесника из Кине, Србије, Балканског региона, ЕУ, Африке, САД и Аустралије (међу којима је велики број алуمنيја Математичког факултета). Програм конференције је доступан на званичној интернет презентацији <http://astro.math.rs/kas19/index.php?page=programme>

Конвенери отварања биле су проф. др Анђелка Ковачевић Математички факултет у Београду и др Јелена Ковачевић Дојчиновић Астрономска опсерваторија у Београду, које су

уједно биле и копредседници Научног организационог комитета. У церемонији отварања учествовали су помоћник министра, др Александар Јовић, Министарство просвете, науке и технолошког развоја; Академик Зоран Кнежевић, Генерални секретар САНУ; проф. др Зоран Ракић, Декан Математичког факултета у Београду; др Јелена Ковачевић Дојчиновић, Астрономска опсерваторија у Београду и Vitor Cardoso, Chair of COST CA16104 Gravitational waves, black holes and fundamental physics.

Церемонију отварања 19th SAC пратило је 60 људи путем платформе Зум и приближно исто толико путем директног преноса из Српске академије наука и уметности. Две сесије су организоване под покровитељством међународних научних удружења: COST CA 16104 Гравитациони таласи, црне рупе и фундаментална физика и NOR CEL (председавали су директори ових асоцијација Витор Кардозо и Мар-

тин Доминик Универзитет Сент Ендрјус Велика Британија). Организатори 19 SAC посебно истичу учешће младих доцената Математичког факултета у оквиру Посебне сесије посвећене гравитационим таласима. Ова франшиза конференција је препознатљива по дугој традицији, квалитету изложених радова, и међународном значају.

Међу покровитељима конференције су Министарство просвете, науке и технолошког развоја; Српска академија наука и уметности, Универзитет у Београду, COST CA16104 Gravitational waves, black holes and fundamental physics, NoRCEL, Телеком као и Радио телевизија Србије.

Скуп је радио у виртуелном формату према програму који се може видети на <http://astro.math.rs/kas19/index.php?page=programme> Због прецизности придржавања сатница и рада сесија оргнизатори су добили усмене и писмене похвале од учесника.

Међу учесницима из Европе, Африке, Северне Америке и Азије, било је и учесника из наше дијаспоре. Од укупног броја учесника око 40% је било из иностранства. Скуп се одвијао кроз 9 сесија:

Две специјалне сесије: Special Session-The gravitational-wave Universe, и Session supported by NoR CEL: Interdisciplinary studies (astrobiology, astrochemistry, geophysics, atmospheric physics, and space astronomy) and simulations, Stellar physics and physics of the interstellar medium, Astrophysical spectroscopy and instruments, Extragalactic astronomy, Astrometry, Dynamical astronomy, Cosmology, History, philosophy and teaching of astronomy и постер сесија.

Као што се види, сесије су покриле широк опсег различитих аспеката изучавања објеката, од нашег Сунчевог система, преко звезданих и вангалактичких објеката, као и интердисциплинарне области астрохемије и астробиологије. Управо чињеница да конференција представља јединствену платформу на којој се сусрећу научници из ширког опсега области астрономије, астрофизике и физике и размењују знања о феноменима, издваја је и поставља на јединствено место.

Свака сесија се састојала од прегледних и предавања по позиву и кратких усмених излагања, а такође је организована сесија са постер презентацијама (3 мин. излагања). Прегледних позивних предавања било је 19.

Већ смо истакли да су у оквиру скупа организоване две специјалне сесије: Special Session-The gravitational-wave Universe, и Session supported by NoR CEL: Interdisciplinary studies (astrobiology, astrochemistry, geophysics, atmospheric physics, and space astronomy) and simulations. Обе сесије приказале су радове који изучавају велики опсег физичких скала и објеката. Истичемо да је првом сесијом руководио Vitor Cardoso, Chair of COST CA16104 Gravitational waves, black holes and fundamental physics. Организацијом ове сесије смо по први пут увели у рад националних конференција и представили на научном нивоу област гравитационих таласа за које верујемо да ће се надале развијати у нашој земљи. У оквиру специјалне сесије Interdisciplinary studies (astrobiology, astrochemistry, geophysics, atmospheric physics, and space astronomy) and simulations приказане су веома инетерсантне студије везане за астробиолошка и астрохемијска истраживања објеката у Сунчевом систему али и саме наше галаксије.

Од свих прегледних позивних предавања истаћи ћемо предавање проф. др Јиан'Мин Ванга са Института за физику високих енергија Кинеске академије наука, као и проф. др Стефани Комосе са Макс Планк Института за радио астрономију који су родоначелници изучавања компактних двојних супермасивних црних рупа. Њихова предавања су била испраћена са великом пажњом.

Од најмлађих учесника истичемо учешће Јасмине Хорват студента основних студија на Математичком факултету на Катедри за астрономију која је представила свој рад са летње праксе на Астрономској опсерваторији у Београду.

Истичемо унапређење контакта са нашим дијаспором што је резултирало учешћем 11 светски реномираних научника српског порекла. Међу њима посебно се сећамо проф Деборе Шијачки са Универзитета Кембриџ Енг-

леска и проф Мирјане Повић која је високи службеник у влади Етиопије за развој науке и посебно астрономије, добитнице награде чувеног научног часописа Нејчер за инспиративан рад у астрономији.

За учеснике је била веома интересантна и постер сесија на којој је представљено 14 постера који су били изложени све време трајања конференције у оквиру виртуелне галерије <http://astro.math.rs/kas19/index.php?page=posters>

Направљен је дигитални легат Конференције у коме се налазе снимљене сесије и који је јавно доступан и на YOUTUBE. Линкови снимака сесија се могу наћи на сајту програма Конференције: <http://astro.math.rs/kas19/index.php?page=programme>

Информације о 19. КАС-у и посебној сесији посвећеној гравитационим таласима представљене су у *Причама о успеху наших истраживача* на веб страници COST акције Министарства просвете, науке и технолошког развоја http://mail.ipb.ac.rs/~ncc-serbia/Uspesne_Price.php. Извештај о медијској покривености

19 SAC и COST акција CA 16104 такође је објављен на званичној веб страници COST: <https://www.cost.eu/news/cost-newsletter-october-2020/>
<http://qopg.mjt.lu/nl2/qopg/mit65.html?hl=en>

Овом приликом се захваљујемо проф. др Братиславу Маринковићу, националном COST координатору за пружену помоћ и сарадњу у организацији 19 КАС.

На скупу су приказана савремена истраживања из области астрономије и астрофизике и на светском и домаћем нивоу. Један од основних закључака је да се астрономија развија у Србији у складу са светским токовима и да смо остварили значајнији контакт са нашом дијаспором за који очекујемо да у наредном периоду још више допринесе српској астрономији.

19th SERBIAN ASTRONOMICAL CONFERENCE, 13-17.10.2020.

19th Serbian astronomical conference, held on-line in Belgrade, 13-17.10.2020 is presented.

ХИ СРПСКО – БУГАРСКА АСТРОНОМСКА КОНФЕРЕНЦИЈА

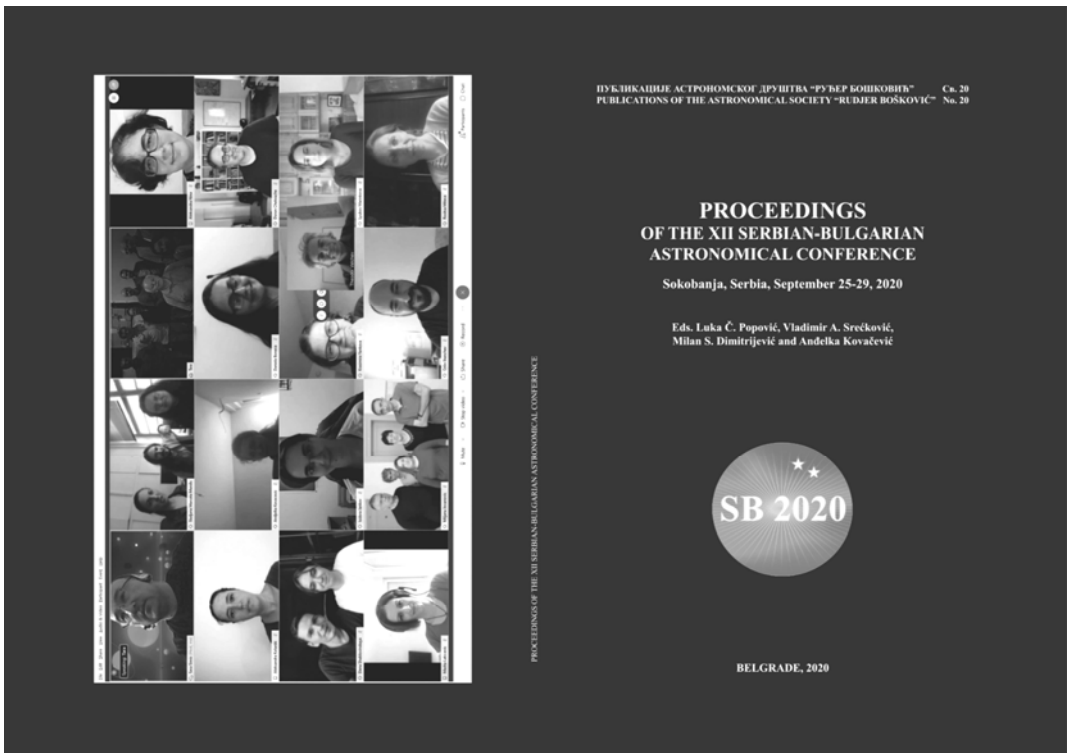
Милан С. Димитријевић
(Астрономска опсерваторија, Београд)

Дванаеста српско – бугарска астрономска конференција одржана је у Сокобањи, у хотелу „Моравица“, од 25. до 29. септембра 2020. године. Због пандемије коју је изазвао ковид 19, организована је хибридно. Поред личног долазка у Сокобању, било је могуће и учешће онлајн, преко Вебекс платформе Београдског универзитета.

Прву у серији оваквих заједничких конференција српских и бугарских астронома организовали су Милчо Цветков и аутор овог написа, у Белоградцику 1998. године. С обзиром да су везе српских и бугарских астронома до тада биле ретке и спорадичне, њихов циљ је био да допринесу развоју сарадње и пријатељства српских и бугарских астронома, да

стимулишу размену искуства, заједничка истраживања и пројекте, као и коришћење астрономских ресурса у обе земље. Изузетно важно било је и упознавање и повезивање младих астронома Србије и Бугарске, што је било врло значајно за њихово укључивање у међусобну сарадњу.

Копредседници Научног организационог комитета били су Лука Ч. Поповић са Астрономске опсерваторије, Владимир А. Срећковић из Института за физику и Огњан Кунчев из Института за математику и информатику Бугарске Академије наука, у Софији, а копотпредседници Милан С. Димитријевић и Милчо Цветков. Председник Локалног организационог комитета била је Анђелка Ковачевић, а



Слика 1: Зборник радова XII српско – бугарске астрономске конференције, објављен као двадесета свеска „Публикација Астрономског друштва „Руђер Бошковић““

научни секретар Маша Лакићевић. Организатор је била Астрономска опсерваторија у Београду а суорганизатор Математички факултет београдског Универзитета.

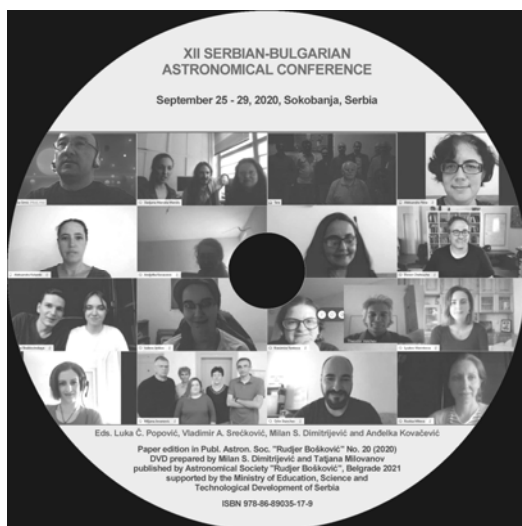
Скуп су отворили и поздравили Драган Сатарић Саветник Министарства просвете науке и технолошког развоја Србије, Ивајло Кашканов Саветник Амбасаде Републике Бугарске у Београду, и копредседници Научног организационог комитета Лука Ч. Поповић и Владимир Срећковић.

После отварања, одржан је округли сто: „Сарадња српских и бугарских астронома – представљање постојећих пројеката“, који је започео прегледом историје досадашњих заједничких конференција, М. С. Димитријевића.

Скуп је радио према програму који се може видети на <http://12sbak.matf.bg.ac.rs/programme.html>, као и на <http://servo.aob.rs/editions/CDS/Srpsko%20bugarska%20konferencija/>

12/html/programme.html.

Конференција се одвијала кроз 13 сесија, које су покриле широк опсег изучавања различитих астрономских објеката у обе земље. Заседања су се састојала од прегледних предавања по позиву (25 мин) и усмених излагања (15 мин). Посебна сесија, са излагањима од три до пет минута била је посвећена презентацијама постера. Позваних предавања било је 25, од којих су три била на округлом столу посвећеном сарадњи. Осим тога било је 18 усмених излагања и 25 постера. На конференцији се одржала и посебна сесија под покровитељством највећег европског пројекта у изучавању објеката у Сунчевом систему као и у егзопланетским системима (ЕУРОПЛАНЕТ).



Слика 2: ДВД Дванаесте српско – бугарске астрономске конференције, који је издало Астрономско друштво „Руђер Бошковић“

Било је укупно 63 регистрованих учесника, 32 из Србије, 26 из Бугарске, 4 из Русије и један из Северне Македоније. Лично је у Сокобањи било присутно дванаест учесника.

Изабрани радови изложени на Конференцији, штампани су у специјалном броју часописа „Data“ (Подаци), чији је назив: "Astronomy in the Big Data Era: Perspectives" (Астрономија у доба великих података: Перспективе), као регуларни чланци и могу се погледати и слободно скинути на адреси:

https://www.mdpi.com/journal/data/special_issues/Astronomy_Big_Data. Остали прилози штампани су као двадесета свеска „Публикација Астрономског друштва „Руђер Бошковић““. Осим тога, наше Друштво је објавило и ДВД са материјалима Конференције. Поред *Зборника* у целини и радова посебно, он садржи и фотографије, као и снимке заседања са Вебекса. Постављен је у Српску виртуелну опсерваторију и доступан је онлајн на интернету на адреси:

<http://servo.aob.rs/eeditons/CDS/Srpsko%20bugarska%20konferencija/12/index.html>.

У време када смо отпочињали ову серију конференција, између српских и бугарских астронома, није постојала никаква сарадња осим ретких контаката. Данас, као резултат наших скупова, после 22 године, ми имамо заједничке пројекте између академија, заједничка посматрања, као и бројна познанства и пријатељства. Један од основних закључака Конференције је да се заједничка астрономска истраживања развијају и да ће се наставити сарадња између астронома наше две земље.

XII SERBIAN – BULGARIAN ASTRONOMICAL CONFERENCE

XII Serbian – bulgarian astronomical conference, held from 25 to 29 of September 2020 in hotel „Moravica“ in Sokobanja is described.

ИЗ ДРУШТВА

РАЗВОЈ АСТРОНОМИЈЕ КОД СРБА XI

Милан С. Димитријевић
(Астрономска опсерваторија, Београд)

Традиционална конференција Астрономског друштва “Руђер Бошковић”, *Развој астрономије код Срба XI*, одржана је у Београду, у учионици Народне опсерваторије, од 18. до

22. априла 2021. године. Са својих десет обимних томова и једанаестим у припреми, то је свакако нека врста највеће енциклопедије о астрономији у нашим крајевима.



Слика 1: *С лева на десно у првом реду: Иван Ђурић, Јован Алексић, Наташа Тодоровић, Нада Пејовић, Милан Јеличић, Милан С. Димитријевић, Соња Видојевић, Предраг Јовановић, Весна Борка Јовановић, Виолета Н. Николић, Душко Борка*

Председник Научног организационог комитета био је Милан С. Димитријевић, а копредседници Локалног организационог комитета Миодраг Дачић и Милан Јеличић. Поред главног организатора, нашег Друштва, суорганизатори су били Друштво за археоастрономска и етноастрономска истраживања „Влашићи“ и Друштво за античке студије Србије. Скуп су отворили Миодраг Дачић, председник Астрономског друштва "Руђер Бошковић и аутор овог написа.

Било је регистровано 67 учесника од којих је шесторо било из иностранства и то из Данске, Грчке, Канаде, Аустралије и Републике Српске. Они су пријавили 65 радова.

Конференција је била хибридна због пандемије коју је изазвао вирус ковид 19. Поред учесника у учионици Народне опсерваторије, било је омогућено учешће на скупу и преко вебекс платформе Универзитета у Београду.

Радови су били у оквиру шест секција: 1. Астрономска опсерваторија у Београду – прилози за историју; 2. Астрономска друштва, установе, популаризација и образовање; 3. Научници, педагози, популаризатори и њихово дело; 4. Култура, друштвене науке и астрономија; 5. Књижевност, уметност и астрономија и 6. Космичко – инспирација поезије.

У првој секцији, посебно су била занимљива саопштења: *ОДРЕЂИВАЊЕ ГРАНИЦЕ МАСЕ ГРАВИТОНА НА ОСНОВУ ОРБИТЕ ЗВЕЗДЕ S2 на АСТРОНОМСКОЈ ОПСЕРВАТОРИЈИ*, у коме су Весна Борка Јовановић, Душко Борка и Предраг Јовановић изложили резултате својих истраживања која су била 19 пута цитирана у радовима добитника нобелове награде за физику за 2020. годину; затим рад Наташе Тодоровић: *АСТРОНОМСКА ОПСЕРВАТОРИЈА КАО ИЗВОРИШТЕ БРЗИХ СВЕМИРСКИХ РУТА*, о њеном открићу које је привукло посебну пажњу наше и светске јавности, где је забележено у средствима информисања, и *ЈЕДНО ВИЂЕЊЕ РАЗВОЈА АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ*, Луке Ч. Поповића.

У оквиру друге секције: *Астрономска друштва, установе, популаризација и образовање*, Милан Јеличић је одржао значајно предавање: *ПРОШИРЕНИ ЕД-МЕМОАР КАО БАЗА ЗА ПИСАЊЕ ИСТОРИЈЕ АСТРОНОМСКОГ ДРУШТВА "РУЂЕР БОШКОВИЋ"*, а Анђелка Ковачевић је описала изузетно интересантан и за Катедру астрономије важан подухват о набавци и коришћењу супер рачунара за наставу астрономије, у излагању: *РЕАЛИЗАЦИЈА ПРОЈЕКТА СУПЕРАСТ*, на чему су коаутори и Владимир Зековић, Дра-



Слика 2: На заседању. С лева на десно: Ненад Ђ. Лазаров, Предраг Јовановић, Весна Борка Јовановић, Александра Бајић, Милан С. Димитријевић, Иван Ђурић. За компјутером Јован Алексић. Десно: Виолета Н. Николић, Милан Јеличић.

гана Илић, Бојан Арбутина, Бојан Новаковић, Душан Онић, Душан Марчета, као и Владимир Ђошовић. Лепо је прихваћен и рад Зорана Томића, Милоша Станковића, Дарка Јовановића, Стефана Анђелковића и Анђеле Петровић: *АКТИВНОСТИ АУ "ЕУРЕКА" НА ПОЉУ ПРОМОЦИЈЕ АСТРОНОМИЈЕ У ДИГИТАЛНОМ ОКРУЖЕЊУ*.

Трећа секција била је посвећена научницима, педагозима, популаризаторима и њиховом делу. Посебно бих скренуо пажњу на прилоге Виктора Радовића и Наде Пејовић о дигиталном легату професора Јована Лазовића; Наде Пејовић о професору Драгомиру Симеуновићу; Слободана Нинковића о Јелени Милоградов Турин; Олге Атанацковић и Иштвана Винца о професорки Мирјани Вукићевић Карабин; Слободана Нинковића и Жарка Мијајловића о професору Илији Лукачевћу и Жарка Мијајловића о професору универзитета и а-

строному аматеру Александру Аљоши Јовановићу.

У четвртој секцији *Култура, друштвене науке и астрономија* истакао бих предавања *СИМБОЛИКА СУНЦА И МЕСЕЦА НА ФИГУРИНАМА ИЗ БЕЛИЦЕ*, Милорада Стојића; *„NEBRA DISK“ И ЈЕДНО МОГУЋЕ АНАГОГИЈСКО РАСЛОЈАВАЊЕ СИМБОЛИЧКИХ СТРУКТУРА ПРЕДСТАВЕ НА ЛИЦУ ДИСКА*, Љубинке Бабовић и *РОЗЕТЕ У ВИЗАНТИЈСКОЈ И СРПСКОЈ СРЕДЊОВЕКОВНОЈ АРХИТЕКТУРИ И ЊИХОВО СОЛАРНО ЗНАЧЕЊЕ*, Јасмине Ђурић.

Пета секција је била *Књижевност, уметност и астрономија*. Веома инспиративна беседа Николе Цветковића: *КОСМИЧКЕ ТЕМЕ И МОТИВИ У "МАРГИНАЛИЈАМА" ЉУБИШЕ РАЈКОВИЋА КОЖЕЉЦА* била је посвећена значајном и посебно интересантном делу трагично преминулог учесника и при-

јатеља наших скупова. Тамара Лујак нам је ве-
ома успешно изложила свој богато илустро-
вани прилог *СВЕМИР И ГРАФИТИ*, а Горда-
на Костић рад *САЗВЕЖЂЕ ВУК – ИКОНО-
ГРАФСКИ ПРИКАЗ, ОД МИТОЛОГИЈЕ ДО
ФОЛКЛОРА*.

Шеста секција имала је назив: *Космичко
- инспирација поезије*. М. С. Димитријевић је
говорио о небеском лиризму у поезији Николе
Цвткивића и представио своје нове препеве
стихова бугарских песника: *С ГЕОМ НА РЕ-
ДУТУ“ ПРЕД ЗВЕЗДАНИМ ВРАТИМА III*, а
Ђорђе Петковић је и за ову Конференцију, као
и за претходне, припремио два фанзина са
двоструким акростихом и репом у огледалу, са
песмама посвећеним његовим преминулим
пријатељима: *ПРЕСЕЛИЛИ СЕ МЕЂУ ЗВЕЗ-
ДЕ III И IV*.

На крају Конференције одржано је већ
традиционално песничко посело: *«КОСМИЧ-
КИ ЦВЕТ» ПОЕЗИЈЕ IV*.

После завршетка Скупа, као што је већ
постало уобичајено, одржана је Скупштина
Астрономског друштва „Руђер Бошковић“. На

њој је одлучено да Жарко Мијајловић уђе у
Управни одбор уместо Владана Челебоновића
и у Уређивачки одбор часописа Васиона уме-
сто Наташе Станић.

Зборник радова конференције "Развој ас-
трономије код Срба XI", биће штампан после
скупа, у серији "Публикације Астрономског
друштва "Руђер Бошковић", као свеска број
22. У припреми је такђе уобичајени ДВД са
материјалима овог Скупа, при чему ће на ње-
му, по први пут бити и снимак тока Кон-
ференције са Вебекс платформе.

Упркос пандемији ковида 19, Скуп је био
одлично посећен, са богатим и разноврсним
садржајима, што потврђује потребу за њего-
вим организовањем и одржавањем

DEVELOPMENT OF ASTRONOMY AMONG SERBS XI

Eleventh conference „Development of astro-
nomu among Serbs, organized by Astronomical
society „Rudjer Bošković“, held from 18 to 22 of
April 2021 in the classroom of People’s

ПИСМО ПОДРШКЕ

опстанку Народне опсерваторије и Планетаријума Астрономског друштва „Руђер Бошковић“

Поштовани чланови и претплатници,

*Са 2020. и 2021. годинама пандемије ви-
руса корона, Астрономско друштво «Руђер
Бошковић» је због беспарице ушло у најтежи
период свог калемегданског постојања.*

*Све би било другачије да 2009. године ни-
је донет рестриктивни Закон о култури, који
је имао задатак да смањи ионако мале држа-
вне трошкове у овој области. Са нормалног
финансирања су скинуте све организације ко-
јима Република, или Град, нису оснивачи. Међу
њима се нашло и наше Друштво. У широј јав-
ности ова акција је позната по случају углед-
не Коларчеве задужбине.*

*Популаризација и настава астрономије
су се нашли први пут на тржишту. Знатно*

*смањени приходи су преполовили број запос-
лених, са пет на два и по. После деценије теш-
ког пословања на тржишту, на коме је 2/3
прихода остваривано од улазница у Плана-
таријум, а 1/3 у Народној опсерваторији, до-
шла је још гора 2020. у којој је број посе-
тилаца десеткован. Друштво су напустили
стално запослени астрофизичари, предавачи у
Планетаријуму Александар Оташевић, 31.
октобра и др Наташа Станић, 16. новембра,
која је радила са половином радног времена.*

*Народна опсерваторија и Планетаријум
су се нашли пред затварањем. Постоји опас-
ност да се, због "нормалног" установског ка-
рактера финансирања Народне опсерваторије
и Планетаријума, разори постојећа једин-
ствена структура нашег Друштва. На пример*

председник Општине Стари град, који у њима види зачетке слабијих установа у «државним објектима», излаз види у њиховом прикључењу некој од већих установа.

У циљу решавања проблема Друштво се 19. фебруара 2021. писмено обратило: Маји Гојковић, министарки културе и информисања, Бранку Ружићу, министру образовања, науке и технолошког развоја и проф. др Зорану Радојичићу, градоначелнику Београда.

У прилогу поменутих писама се налази и "Писмо подршке", које је потписало петоро угледника, пријатеља нашег Друштва, којима се срдечно захваљујемо. Због информативности и језгровитости њихово "Писмо подршке" у целисти објављујемо.

*Милан Јеличић,
секретар Друштва*

Имајући у виду вишегодишњу тешку финансијску ситуацију, која је знатно погоршана пандемијом вируса корона, обраћамо се овим писмом јавности и надлежним институцијама са молбом за помоћ Астрономском друштву „Руђер Бошковић”.

Мишљења смо да би било апсолутно недопустиво да Град Београд и Република Србија остану без Народне опсерваторије и Планетаријума, који послују унутар Астрономског друштва „Руђер Бошковић“, и то из следећих разлога:

1. Живимо у космичко доба, које је почело лансирањем првог сателита 1957. и човека 1961, као и освајањем Месеца 1969. године. Управо у то време су на иницијативу Астрономског друштва „Руђер Бошковић“ (основаног 1934) Град Београд и Република Србија уложили велика средства за адаптацију Диздареве куле и Амама на Београдској тврђави за потребе Народне опсерваторије (ради од 1964) и Планетаријума (1970).

Астрономска наука данас доживљава експлозивни развој и нашој земљи су неопходни квалификовани тумачи збивања у њој. У том смислу треба посматрати и чињеницу да у Европи, поред истраживачких опсерваторија,

постоји на стотине народних опсерваторија и планетаријума.

2. Грађани имају потребу и право да кроз телескопе завире у космос, да посматрају Сунце, Месец, планете, звезде, галаксије..., да се едукују у области астрономије кроз популарне курсеве, предавања, посматрања ван града..., да буду обавештавани о актуелним небеским појавама (помрачења, почеци годишњих доба...) и телима (појава комета, астероида...). У којој мери су грађани Београда и Србије заинтересовани за садржаје које им нуди Народна опсерваторија најбоље сведочи преко дванаест хиљада посетилаца годишње током ранијих година.

3. Без очигледне наставе у Планетаријуму, најмоћнијем и најскупљем астрономском образовном средству, ђаци основних и средњих школа, студенти астрономије, географије, геодезије и питомци војних училишта били би закинути у свом образовању. Наравно да су и остали грађани веома заинтересовани за јединствене представе у „звезданом биоскопу“, у коме се сазвезђа виде као у природи, а у зависности од доба дана, године и места посматрача на Земљи. Ту посетиоци могу видети и снимке небеских тела начињене са великих опсерваторија и из космоса.

Урачунавајући и курсеве и друге периодичне манифестације Друштва Планетаријум је у протеклим годинама у просеку имао преко десет хиљада посетилаца годишње.

Зато сматрамо и предлажемо следеће:

1. Да је, као свуда у свету, потребно обезбедити трајну финансијску подршку микроустановама Народна опсерваторија и Планетаријум Астрономског друштва „Руђер Бошковић“ и то у висини која омогућава редовно остваривање основних програма, а запосленима достојан живот.

2. Да је потребно ревитализовати прворазредне културно-историјске објекте у власништву Државе: Диздареву (Деспотову) кулу и Амам, у којима су смештени Народна опсерваторија и Планетаријум. У питању су вели-

ка средства, којима непрофитно Астрономско друштво „Руђер Бошковић“ не располаже.

3. Донети одлуку о коришћењу ових објеката без накнаде, јер се често покреће питање основа њиховог коришћења, као да се Астрономско друштво у њих илегално уселило.

4. Обновити застарели научно популаризаторски инструментаријум и опрему Народне опсерваторије и Планетаријума телескопима и планетаријумским пројекторима новијих генерација. Поређења ради поменимо да Будимпешта и Атина имају планетаријуме са преко 250 седишта, а да београдски има 70.

5. Да је оптимално решење да Народна опсерваторија и Планетаријум послују унутар Астрономског друштва „Руђер Бошковић“, које их је и основало. Са њима и часописом ВА-

СИОНА (излази од 1953. године) Друштво је најкомплетнији и највећи центар за популаризацију и допунску астрономску наставу у Србији. Зато ову заокружену целину не би требало разбијати.

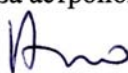
Поменимо на крају да је Астрономско друштво „Руђер Бошковић“ најстарије и највеће у Србији.

Сматрамо да је културно-просветни допринос Астрономског друштва „Руђер Бошковић“ од изузетног значаја за нашу средину и да заслужује највећу могућу подршку.

У нади да ћете уважити наше мишљење и предлоге срдечно Вас поздрављамо.

У Београду, 18. фебруара 2021.

Шеф
Катедре за астрономију



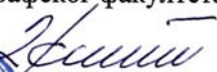
проф. др Бојан Арбутина

Декан
Математичког факултета





проф. др Зоран Ракић

Декан
Географског факултета



проф. др Дејан Филиповић

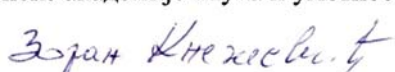


Директор
Астрономске опсерваторије




др Гојко Ђурашевић

Генерални секретар
Српске академије наука и уметности



академик Зоран Кнежевић

ЗАХВАЛНИЦА

Користимо прилику да се у лошем часу за наше Друштво топло захвалимо проф. др Бојану Арбутини, проф. др Олги Атанацковић, професорки Тамари Ђаковић, секретару Друштва Милану Јеличићу, проф. др Миодрагу Мићићу из Лос Анђелеса, др Браниславу и др Марији Ровчанин и Ивану Ђурићу, студенту Хемичког факултета на новчаним прилозима.

Захваљујемо и Катедри за астрономију, која је повећала број претплатника на часопис ВАСИОНА.

Управни одбор

IN MEMORIAM

ПРОФЕСОРКА МИРЈАНА ВУКИЋЕВИЋ-КАРАБИН (1933-2020)

Олга Атанацковић¹, Иштван Винце²

¹Катедра за астрономију, Математички факултет, Универзитет у Београду

²Астрономска опсерваторија у Београду)

Тужна вест о изненадној смрти наше драге професорке Мирјане Вукићевић-Карабин 2. октобра 2020. године потресла је све оне који су је познавали (сл. 1). За собом је оставила бројне генерације студената, који ће је памтити по виспрености и ведром духу, одмерености, одлучности да се избори за оно што је сматрала правичним, по драгоценим саветима и бризи за своје студенте. Била је прва професорка астрономије на Београдском универзитету. Астрономима из целе бивше Југославије била је позната по својој истрајности у развоју школе астрофизике на Катедри за астрономију Природно-математичког факултета (ПМФ) Универзитета у Београду. Својим радовима из физике Сунца и Земљине јоносфере одиграла је значајну улогу у развоју ових области код нас.

1. Кратка биографија и наставна активност

Професорка Мирјана Вукићевић-Карабин је рођена 25. новембра 1933. године у Скопљу. Основну школу и гимназију завршила је у Београду са одличним успехом. Уписала је студије физике на Природно-математичком факултету Универзитета у Београду 1952. године. При крају студија, у мају 1956. године, запослила се као сарадник у Институту „Михајло Пупин“ у Београду, у групи за проучавање јоносфере. После дипломирања у фебруару 1957. године, радила је у Институту најпре као асистент, а затим као научни сарадник. Као стипендиста индијске владе, провела је школску 1962/63. годину на усавршавању у Индији, у Националној физичкој лабораторији (National Physical Laboratory - NPhL) у Њу



Слика 1: Професорка Мирјана Вукићевић - Карабин.

Делхију. Под менторством професора Ашеш Просад Митре (Ashesh Prosad Mitra) радила је на докторској дисертацији о утицају Сунчевих ерупција, али и нуклеарних проба на Земљину јоносферу. Нарочито је цењен и веома цитиран њен рад о јоносферским ефектима који прате удаљене нуклеарне детонације објављен 1963. у часопису *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*. Цитиран је и у Резолуцији Унеска о забрани нуклеарних проба у Земљиној атмосфери. У њему су изложени резултати мерења (у Њу Делхију) поремећаја у

јоносфери проузрокованих нуклеарном експлозијом, која је извршена у атмосфери над архипелагом Нова Земља (Новая Земля) на удаљености од 12000 km. Докторску дисертацију „Изнадни јоносферски поремећаји – СИД и методе њихове детекције и проучавања“ одбранила је 1965. године на ПМФ-у у Београду. Јануара 1966. године изабрана је за саветника у Институту „Михајло Пупин“.

СТИЦАЈЕМ ОКОЛНОСТИ, ЊЕН ПРОФЕСИОНАЛНИ ПУТ УБРЗО ПОТОМ КРЕЋЕ САСВИМ ДРУГАЧИЈИМ ТОКОМ. Већ 1968. године упловила је у универзитетске воде и свој живот посветила развоју студија астрофизике, области коју је у почетку мало познавала. Које су околности које су довеле до тога да њена каријера крене у другом правцу?

Прва астрофизичка истраживања у тадашњој Југославији, фотометријским посматрањима променљивих звезда, започео је Василије Оскањан, дипломирани студент астрономије на ПМФ-у, пошто се 1950. године запослио на Астрономској опсерваторији у Београду (АОБ). Основао је астрофизичку групу (1960), у којој се проучавало и Сунце и пратила његова активност, а 1961. године је докторирао из области променљивих звезда. У исто време, Иван Атанасијевић, студент физике, пошто је докторирао из области радиоастрономије постаје доцент на Физичком одсеку ПМФ-а. Школске 1958/59. године прелази на Катедру за астрономију ПМФ-а где уводи астрофизику као посебан предмет. Увођењем новог предмета из области која је све популарнија и која у свету доживљава врло буран развој, стичу се услови да се 1962. године оснује и нови смер – астрофизика. Године 1964. и Василије Оскањан прелази на Катедру. Међутим, већ почетком 1966. године оба наставника астрофизике, у току стручних усавршавања у иностранству (проф. Атанасијевић у Холандији, а доцент Оскањан у Јерменији), одлучују да се не врате у Србију и Катедра остаје без наставника за новоуведене астрофизичке предмете. Исте године почињу и последипломске студије астрономије и астрофизике и бивају уписани први студенти.

Професор Бранислав Шеварлић, тадашњи шеф Катедре за астрономију, позива др Мирјану Вукићевић-Карабин да као једини наставник за астрофизику пређе на ПМФ. Године 1968. она бива изабрана за доцента за Општу астрофизику и Теоријску астрофизику, али предаје и остале астрофизичке предмете. Програми предмета у писаном облику нису постојали, па је пред Мирјаном, која је по образовању била физичар и те предмете никада није слушала, стајао тежак задатак и огроман изазов. Тај изазов не само што је храбро савладала него је, формирајући астрофизичке курсеве и на редовним и на последипломским студијама и развијајући Катедру за астрофизику, утрла пут, у Европи и свету, веома цењеној београдској школи астрофизике.

Дефинисала је програме и за редовне и за тек уведене (1966) последипломске студије астрофизике. У томе је имала значајну помоћ највећих имена француске астрофизике, пре свега академика и професора Жан-Клод Пекера (J.-C. Pecker), али и професора Шацмана (E. Schatzman), Хејвертса (J. Heyvaerts), Мејна (P. Meinel) и Лена (P. Léna). Професора Пекера, чувеног професора на Катедри за теоријску астрофизику Колеж д Франса (Collège de France), директора Опсерваторије у Ници и Института за астрофизику у Паризу, генералног секретара МАУ и члана Француске Академије наука, упознала је присуствујући његовом предавању о Сунцу у физичком амфитеатру ПМФ-а у Београду. После предавања му је пришла да би га, као тек изабрани доцент, питала за савет о програму астрофизичких предмета које је требало да предаје. На позив професора Пекера боравила је недељу дана у Паризу. Од професора Шацмана и Пекера, који су 60-их година XX века поставили темеље наставе астрофизике у Француској, добила је програме астрофизичких предмета и потребну литературу. Тако су програми два најлепша астрофизичка предмета на нашој Катедри састављени по узору на програме једног од најелитнијих светских универзитета. Ова, најпре неформална, сарадња прерасла је у институционалну потписивањем билатералног уговора о научној сарадњи између Југославије

и Француске. У оквиру тог уговора (1981-1991) многи студенти, а и сарадници АОБ добијали су стипендије за научно усавршавање у Француској. Захваљујући пријатељству професорке Мирјане и професора Пекера, и југословенски астрономи су у професору Пекеру нашли великог пријатеља.

Професорка Мирјана Вукићевић-Карабин је заједно са професором Шеварлићем организовала билатералну научну сарадњу са Мађарском (Eötvös Loránd University, Будимпешта) и Чехословачком (Ondřejov Observatory, код Прага). На основу свих ових међудржавних уговора, велики број младих истраживача је у иностранству радио на својим магистарским и докторским тезама. Тиме је професорка Мирјана била посебно заслужна за подизање научно-истраживачког кадра из, у нас, нових области астрофизике.

Професорка Мирјана је у звање редовног професора изабрана 1983. године. У неколико мандата била је шеф Института за астрономију (Катедра за астрономију је више пута мењала свој назив). Организовала је Катедру за астрофизику (1971) и била њен шеф до одласка у пензију 1996. године. Била је ментор или члан комисија за више магистарских и докторских дисертација. Бринула је о запошљавању дипломираних студената астрономије и радила на ревизији наставних планова како би се дипломираним астрономима омогућило да се запосле као наставници физике и математике. На њену иницијативу су за студенте астрономије уведена предавања из методике наставе астрономије.

Са колегама из Чехословачке, са проф. В. Петковићем из Загреба и др. А. Кубичелом учествовала је у организовању Хварске опсерваторије на коју су студенти астрофизике касније годинама одлазили на праксу.

Написала је два универзитетска уџбеника: „Теоријска астрофизика“ (1994) као једини аутор и „Општа астрофизика“ (2004, 2010) са Олгом Атанацковић.

Са професором Шеварлићем је уложила велики труд у разне активности у вези са средњошколском наставом астрономије. Просветним властима је стално указивала на нео-

пходност наставе астрономије у средњим школама. Написала је три уџбеника за IV разред гимназије, један са професором Браниславом Шеварлићем и Софијом Сацаков, а два као једини аутор. Учествовала је у популаризацији астрономије бројним предавањима на Коларчевом народном универзитету (КНУ) и за тај допринос је 1984. године награђена Плакетом КНУ.

Била је члан Уређивачких одбора *Публикације* Института за астрономију и заједничког *Билтена* са Астрономском опсерваторијом. Била је председник Ректоратског стручног већа за астрономију, астрофизику и механику, као и члан Комисије за астро-гео науке у Фонду за научни рад Србије.

Главне области њеног истраживања су физика јоносфере и физика Сунца. Објављивала је научне радове у водећим међународним часописима (*Solar Physics, Journ. At-mosph. & Terrest. Physics*) и у монографијама. Руководила је научним пројектом Института за астрономију. У сарадњи са колегама са АОБ настала је јака група за физику Сунца. Била је члан Међународне астрономске уније (МАУ) и њених комисија за Сунчеву активност и Зрачење и структуру Сунца.

На првој години студија астрономије, које су у целој тадашњој Југославији постојале само на Природно-математичком факултету у Београду, поред основа математике и физике, као једини астрономски предмет 1970-их слушала се Општа астрофизика. У малој учионици Катедре за астрономију, на петом спрату, предавања из овог предмета је средом држала професорка Мирјана Вукићевић-Карабин. Предавања су почињала историјом астрономске науке од времена када су људи, без инструмената, успевали да само пажљивим посматрањима и размишљањем дођу до значајних открића (до доказа да је Земља округла, до мерења њеног обима, до растојања Сунца и Месеца и сазнања да Земља није у средишту света). Дивили смо се античким мудрацима, затим највећим умовима ренесансе, да би се коначно обрели у XIX веку и слушали о почецима астрофизике. Те

прве студентске дане и те среде увек ћемо памтити. Како је јесен одмицала, дешавало се да задубљени у приче ни не приметимо да је у учионици завладао мрак. Свако астрофизичко откриће смо нестрпљиво ишчекивали, јер смо га сазнавали као решење проблема постављеног на почетку часа, као решење неког детективског задатка са којим се срећу астрономи. Загонетке су биле све интересантније и све теже како смо са професорком Мирјаном путовали „кроз васиону и векове“. (сећање)

2. Истраживачка активност

Овде ћемо укратко представити најважније истраживачке резултате проф. Мирјане Вукићевић-Карабин, који на најбољи начин показују њен истраживачки дух и карактер. Надамо се да ће ових неколико примера јасно посведочити о томе да се професорка Мирјана увек трудила да прати модерне трендове у истраживањима и одабере оне проблеме, чија су решења била значајна за разумевање проучаваних феномена. Радо је учествовала у стварању одговарајуће стратегије истраживања и у њеној имплементацији.

Њена истраживања се по тематици, али и хронолошки, могу поделити у две области: истраживање поремећаја јоносфере Земље и истраживање Сунца. Прелаз са прве теме на другу је највероватније био условљен променом радног места и коначним преласком са Института „Михајло Пупин“ на Катедру за астрономију.

2.1. Земљина јоносфера

Први објављени радови проф. Мирјане Вукићевић-Карабин односе се на истраживања у области Земљине јоносфере, која је започела у Институту „Михајло Пупин“ у Београду. Предмет њеног ужег интересовања били су поремећаји у јоносфери Земље изазвани ерупцијама¹ на Сунцу и нуклеарним експлозијама

на Земљи. У изучавању промена у јоносферским областима² користила је мерне податке добијене разним истраживачким методама. Иако је своја прва искуства у истраживању јоносфере стекла у Београду, темељна изучавања тих феномена остварила је у току једногодишњег студијског боравка, 1962/1963. године, у Њу Делхију под менторством професора Ашеша Просада Митре, познатог стручњака у овој научној области. Са индијским колегама из Националне физичке лабораторије (сл. 2) учествовала је у истраживању јоносферских поремећаја (**Sudden Ionospheric Disturbances, SIDs**). По повратку у Београд, из те области одбранила је докторску дисертацију (1965).



Слика 2: Мирјана Вукићевић (трећа с лева) у друштву индијских колега (професор Ashesh Prosad Mitra је други с десна).

Резултате тих истраживања објавила је у коауторству са колегама из Индије у два чланка у познатом међународном часопису *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics* (касније преименован у *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*). Овде ћемо, кроз кратку анализу резултата објављених у тим

Сунца. Настају у активним областима као што су групе Сунчевих пега. Реакција су Сунчеве атмосфере (углавном хромосфере и короне) на интензивно, локализовано и краткотрајно ослобађање (магнетне) енергије, при чему се та енергија делом ослобађа у облику електромагнетног зрачења, а делом у виду енергије (наелектрисаних) честица.

² Јоносфера се дели на D, E и F области, а F област се дели на слојеве.

¹ Ерупције или флорови се манифестују наглим променама у спектру електромагнетног зрачења -

чланцима, приказати суштину њених истраживања.

2.1.1 Нуклеарне пробе

Прво ћемо се осврнути на чланак који се бави поремећајима у јоносфери, који су изазвани удаљеним експлозијама атомских бомби – пробним нуклеарним експериментима (Saha, A. K.; Karabin, Mirjana; Mahajan, K. K.: 1963, Ionospheric effects following distant nuclear detonations, *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, **25(4)**, 212-218). У чланку су дати прелиминарни резултати посматрања поремећаја у јоносфери, који су уследили након руских нуклеарних проба у току августа и септембра 1962. године. Поремећаји су детектовани у Њу Делхију (Индија) разним техникама мерења.

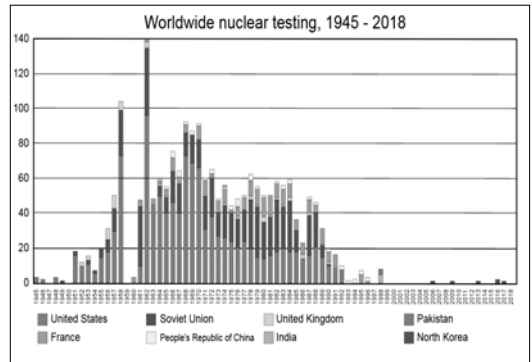
О чему се заправо ради? Разни силовити догађаји, у Земљиној кори, на површини или у ваздуху, као што су нпр. земљотреси, вулканске ерупције, цунами, геоелектрична пражњења, па и нуклеарне експлозије, изазивају поремећаје у Земљиној атмосфери. Поремећаји се шире у свим правцима, достижући јоносферу за неколико минута³, изазивајући промене параметара јоносфере, који се могу детектовати разним посматрачким техникама и хиљадама километара далеко од места њиховог настанка - јоносферског епицентра.

Баш у време боравка професорке Мирјане у Индији, у свету су интензивно вршена тестирања нуклеарних бомби (сл. 3).

У поменутом чланку дати су прелиминарни резултати анализе посматрања промена у јоносфери, које је изазвало једанаест нуклеарних експлозија. Поремећаји су детектовани: јоносферским сондирањем, мерењем нивоа атмосферског шума на 27 kHz и 100 kHz, мерењем јачине (релативне амплитуде) сигнала Радио Ташкента на 164 kHz и мерењем космичког радио-шума на 22.4 MHz.

³ У току обданице најнижа, D, област јоносфере генерише се од око 60 km навише.

Код вертикалног сондирања уочен је пораст критичне фреквенције (foF2) након нуклеарне детонације. Критичну фреквенцију има онај радио-талас, који се рефлектује о највиши слој јоносфере (F2). Повећање критичне фреквенције је трајало око 4-5 сати. Максимум је наступио око 3.5-5 сати након детонације, а најчешће би премашио 50% нормалне вредности.



Слика 3: Расподела броја нуклеарних проба од 1945. до 2018. године по годинама и државама.

Пораст нивоа атмосферског шума забележен је на 27 kHz и 100 kHz, достижући максималну вредност око 2 сата након детонације. Записи пораста у току времена су слични онима који су изазвани Сунчевим ерупцијама. Међутим, уочена је веома важна инверзија повећања магнитуде атмосферског шума измерених радио-сигнала на 27 kHz и 100 kHz након нуклеарне детонације у поређењу са посматраним величинама проузрокованим Сунчевим ерупцијама средњег интензитета класе/бала 2⁴. На тај начин су могли да се раз-

⁴ Класа или бал је стара мерна јединица величине ерупције изражена као површина на Сунцу захваћена ерупцијом када се посматра у спектралној линији H α у тренутку максималног интензитета зрачења. Изражава се у милионитим деловима површине (mdp) Сунца или у квадратним степенима. Ерупције су класификоване у пет класа/бала одговарајућих површина: S (< 100 mdp), 1 (100-250 mdp), 2 (250-600 mdp), 3 (600-1200 mdp) и 4 (>1200 mdp). Према максималној вредности флукса у X-домену зрачења ерупције се сврставају у A, B, C, M

двоје догађаји изазвани нуклеарним пробама од догађаја који су настали због ерупција на Сунцу. У време тог истраживања (у ери интензивних нуклеарних проба), таква могућност разликовања утицаја атомских експлозија од утицаја Сунчевих ерупција спадала је у пионирске резултате.

У неким случајевима забележено је и повећање јачине сигнала Радио Ташкента (164 kHz) 1-2 сата након детонације, сличног облика као код утицаја ерупције на Сунцу. Након неких детонација забележен је пораст апсорпције космичког радио-шума, при чему су времена кашњења (до 4 сата) прилично нестална.

Ови резултати изучавања јоносферских поремећаја изазваних нуклеарним експлозијама садрже много мање информација у поређењу са оним које је могуће добити данас, али су међу првим истраживањима у овој области, која су започета 60-тих година прошлог века.

2.1.2 Ерупције на Сунцу

Друга истраживачка тема, такође актуелна 60-тих година прошлог века, бави се степеном корелације између три феномена: ерупција краткоталасног електромагнетног зрачења (гама-, X-, UV-, и видно зрачење) на Сунцу, ерупција у области радио-зрачења (радио-ерупције) на Сунцу и појаве изненадног јоносферског поремећаја (SID). Истраживања професорке Мирјане у тој области приказано кроз анализу резултата објављених у једном чланку (Mitra, A. P., Subrahmanyam, C. V.; Karabin, Mirjana: 1964, *Level of solar radio flux in the 3000 Mc/s region and its relation to the occurrence of sudden ionospheric disturbances*, Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics, **25(4)**, 212-218). Подсетимо се најпре значења неких појмова из физике Сунца и јоносфере.

Изненадни јоносферски поремећај (SID), резултат је повећане електронске концентрације у D области јоносфере узроковане

ерупцијом на Сунцу. Око 8 минута након Сунчеве ерупције, ону страну Земље која је окренута Сунцу (места где је обданица) погађа снажно ултраљубичасто (UV) и рентгенско (X), а понекад чак и гама-зрачење. Ти зраци продиру и до ниске јоносфере (E и D области) и повећавају степен јонизације и концентрацију електрона у њој. Ово ће повећати апсорпцију кратких радио-таласа у D-области, посебно у горњим MF (300 kHz - 3 MHz) и доњим опсезима VF (3 MHz - 30 MHz) радио-фреквенције. Са друге стране, за дуге радио-таласе VLF (3 kHz - 30 kHz) повећава се коефицијент рефлексије, што доводи до пораста интензитета одбијених радио-таласа о D-област.

Изненадна промена мерене јачине радио-сигнала неког удаљеног радио-одашиљача указује на изненадни јоносферски поремећај (SID). Тако су се SID-ови могли користити за посредно откривање ерупција на Сунцу. Данас, у ери непрекидног аутоматског праћења активности Сунца, та се метода више не користи. Сада се из посматрања Сунца увек зна за ерупцију и после око пола сата стиже истраживачима јоносфере упозорење о томе, па се претражују јоносферски подаци.

Већ до 60-тих година установљена је строга корелација између ерупција класе (бала) 3, радио-ерупција и SID-ова, као и слабљење ове корелације са опадањем јачине ерупције. У горе поменутом раду, професорка Мирјана је са индијским колегама анализирао смањење (коефицијента) корелације између броја ерупција на Сунцу и броја пратећих SID-ова. У раду је на узорку од 490 ерупција класе 2 и виших класа, прикупљених у току Међународне геофизичке године (од 1. 7. 1957. до 31. 12. 1958. године), показано да у 140 случајева ерупција није био праћен радио-ерупцијом у центиметарском подручју. Поред тога, откривена је веома важна чињеница да су у тих 140 случајева изостали и SID-ови. Установљено је да се SID јавља само у случају када општи ниво флукса радио-зрачења Сунца прелази одређени праг, иако се може посматрати оптичка ерупција на Сунцу. У случају 3 GHz праг је 220 SFU ($1\text{SFU}=10^{22}\text{ W Hz/m}^2$).

и X класу. Унутар класа од А до М ерупције се по јачини оцењују од 1 до 9, док у класи X нема горње границе.

Тиме је показана ограниченост методе детекције ерупција на Сунцу помоћу SID-ова.

Уз истраживање утицаја Сунчеве активности и атомских проба на јоносферу, интересантно је поменути Мирјанино проучавање промена јоносферских параметара током помрачења Сунца. На пример, током потпуног помрачења Сунца 15. фебруара 1961. године, учествовала је у сондирању јоносфере изнад Београда (само се делимично помрачење могло видети из Београда). На основу јоносферских података прикупљених током прстенастог помрачења Сунца 20. маја 1966, одредила је јачину сунчевог X- и UV зрачења.

2.2. Сунце

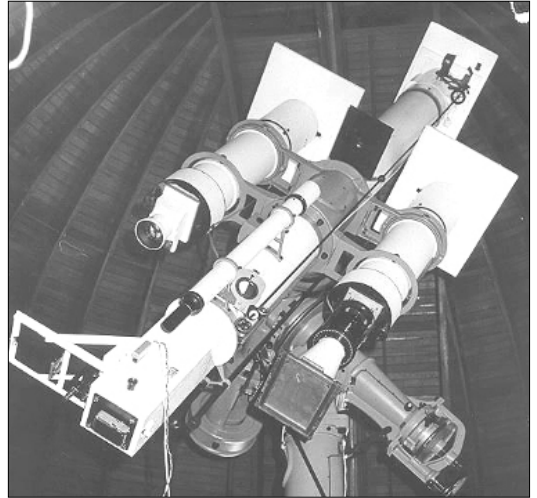
Преласком са Института „Михајло Пупин“ на Катедру за астрономију, професорка Мирјана Вукићевић-Карабин се све мање бави тим интересантним истраживањима јоносфере. Њен последњи експеримент из области јоносфере датира из 1972. године. Томе је највероватније допринело и пресељење јоносферске посматрачке опреме из Института „Михајло Пупин“ у Геомагнетски завод у Гроцкој. Научно интересовање професорке Мирјане се полако усмерава ка изучавању спектра Сунца.

2.2.1. Брзинска поља великих размера на Сунцу

До 70-тих година прошлог века било је јасних наговештаја истраживача да на Сунцу постоје структуре/кретања материје малих брзина (неколико десетина m/s) али огромних размера, реда његовог полупречника. О постојању и узроку настанка ових огромних формација (називаних и супер-супер гранулама, па и гиганским хелијама) изнете су разне хипотезе. У циљу посматрачке потврде постојања ових гиганских хелија и њихових кинематичких карактеристика, Мирјана Вукићевић-Карабин и Александар Кубичела су организовали дугорочни спектроскопски посматрачки програм на Астрономској опсерваторији у Београду. Циљ спектроскопских посматрања

било је да се на основу мапирања брзинских поља потврди постојање кретања материје унутар огромних хелија на Сунцу. За мапирање брзинских поља искоришћена је ротација Сунца. Сваког ведрога дана вршено је мерење помака спектралних линија у девет тачака дуж централног меридијана Сунчевог диска. Осим тога, мерења су вршена и у тачкама распоређеним дуж неколико линија паралелних централном меридијану. Међусобни размак тих низова тачака је приближно одговарао једнодневnoj ротацији Сунца.

У ту сврху, Александар Кубичела је од дуплог астрографа Астрономске опсерваторије конструисао Сунчев спектрограф за изучавање брзина кретања материје на Сунцу, мерењем доплеровских помака линија у његовом спектру. Фотографија те, у свету јединствене, конструкције Сунчевог спектрографа се види на слици 4.



Слика 4: Litrow спектрограф Астрономске опсерваторије у Београду. Од три телескопа на екваторијалној монтажи, телескоп у средини претворен је у Litrow спектрограф са оптичком решетком као дисперзионим елементом. Два бочна телескопа служила су за пројектовање (горњи) и за навођење (доњи телескоп) изабраног дела Сунчевог lika на улазни прорез спектрографа.

На Сунцу постоје структуре (гранулација, осцилације, супергранулација) знатно мањих

размера, а знатно већих брзина (неколико стотина m/s) од хипотетичких гиганских ћелија. Њихов утицај на мерене брзине је компензован оригиналним решењем: оптичким усредњавањем, одн. просторним филтрирањем. Просторно филтрирање жељене скале брзина постигнуто је расфокусирањем слике Сунца на прорезу спектрографа. На тај начин, на дисперзиони елемент (оптичку решетку) спектрографа падали су зраци са квадратне површине стране 0.2 полупречника диска Сунца. Тако је постигнуто, усредњавањем негативних и позитивних брзина великог броја формација малих димензија, мерење радијалне брзине дела гиганских ћелија унутар тог квадрата. Мерена вредност V_{srv} у некој тачки Сунчевог диска престављала је збир свих радијалних брзина кретања „великих размера“:

$$V_{srv} = V_{srot} + V_{zrot} + V_{or} + V_{gig} + V_{limb}$$

где су V_{srot} , V_{zrot} , V_{or} , V_{gig} и V_{limb} компоненте, у правцу визуре, диференцијалне ротације Сунца (максимална вредност око 2 km/s), ротационе брзине спектрографа услед ротације Земље (максимална вредност на екватору Земље је око 460 m/s, на географској ширини Београда око 325 m/s), орбиталне брзине Земље, кретања великих размера на површини Сунца и помаци услед тзв. лимб ефекта, редом.

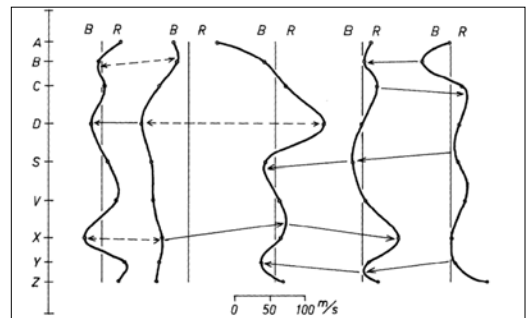
Лимб ефекат није директно везан за кретање великих размера. У суштини то је кружно симетрични помак на диску Сунца, који у принципу зависи само од хелиоцентричног угла посматране тачке. Коначно објашњење тог феномена није још нађено. Сматра се да је то збир две компоненте: једне, константне, која потиче од релативистичког гравитационог црвеног помака чија вредност износи око 640 m/s, независно од положаја на диску и друге, која зависи од хелиоцентричног угла и чије се коначно порекло још увек не зна.

Усредњене вредности мерених радијалних брзина дуж централног меридијана Сунца у току више дана, садрже усредњени лимб-ефекат. Може се претпоставити да расподела радијалне компоненте брзине кретања матери-

је великих размера има случајан карактер, па су њихове средње вредности у том периоду једнаке нули. Професорка Мирјана и Александар Кубичела су, приликом анализе тих резултата, истакли две неочекиване карактеристике те расподеле: (1) немонотона расподела радијалне брзине у зависности од хелиоцентричног угла - јасно одступање од стандардне расподеле (тзв. лимб-ефеката) која је обично „параболичног“ облика, (2) асиметрија север-југ криве радијалне брзине.

Могуће објашњење немонотоне расподеле, по њима, може бити присутност фотосферног меридионалног кретања на обе хемисфере Сунца. Кретање на вишим хелиографским ширинама је хоризонтално и усмерено ка екватору, а ближе екватору је вертикално, усмерено према унутрашњости Сунца.

Север-југ асиметрија, на први поглед сугерише постојање кретања материје фотосфере од јужног до северног руба Сунчевог диска константном брзином од око 12 m/s. Међутим, претпоставка постојања таквог кретања нема реалне физичке основе. Мирјана и Кубичела су дали објашњење да је север-југ асиметрија резултат неуклоњене систематске грешке која потиче од привидне годишње прецесије Сунчевог глобуса.



Слика 5: Мерена фотосферска кретања великих размера у 9 тачака (A-Z) централног Сунчевог меридијана током пет узастопних дана (B-плави помак, R-црвени помак).

Касније су детаљно описали ову појаву. Уочивши да у мерењима радијалне брзине кретања материје на Сунцу са тачношћу неколико m/s, утицај привидне годишње прецесије Сун-

ца уноси незанемарљиву систематску грешку (до ± 18 m/s), разрадили су и објавили једноставну методу за отклањање те систематске грешке до тачности од $\pm 3.5\%$.

Касније су побољшали метод одређивања вредности годишње прецесије применом софистициранијег приступа, узимајући у обзир не само утицај Земљине револуције на измерене брзине на Сунцу, него и утицај разлике у оријентацијама синодичке и сидеричке осе ротације Сунца.

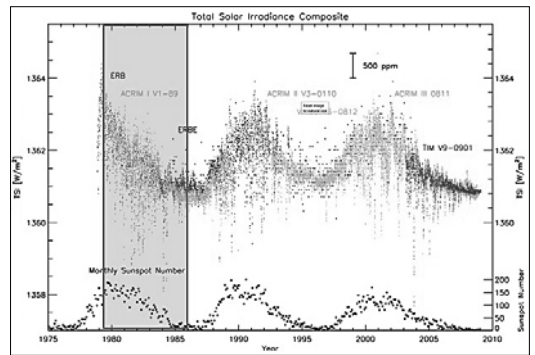
Расподела одступања дневних мерених вредности радијалних брзина дуж централног меридијана Сунца од њихове вишедневне средње вредности, у принципу, треба да показује структуру кретања великих размера. Примера ради, такву расподелу у току пет узастопних дана видимо на слици 5. Регуларност промена добијених структура у узастопним данима се може протумачити као резултат постојања кретања великих размера. Посматрање радијалних брзина кретања великих размера на Сунцу редовно је вршено до 1987. године. Резултати обраде и анализе ових посматрања објављени су у разним часописима и зборницима радова са конференција.

2.2.2. Сунце као променљива звезда

Резултати мерења променљивости интензитета (флукса) интегралног зрачења Сунца 1980-их година су утицали на то да истраживања у овој области постану толико актуелна да буду повод за нагли престанак истраживања кретања великих размера на Сунцу која су до тада вршена на Астрономској опсерваторији. Наиме, у првој половини 1980-их сателитска посматрања су дефинитивно и недвосмислено показала да у опадајућој фази Сунчеве активности (1980-1986) Сунчева константа, супротно очекивањима, опада (осечени период на слици 6). Даља посматрања су потврдила да промена вредности Сунчеве константе прати циклус Сунчеве активности у супротной фази.

Тај, на први поглед, контрадикторни резултат да се при смањењу броја Сунчевих пега смањује количина израчене енергије Сунца

узмерио је многе истраживаче ка решавању тог актуелног питања. Једно од могућих објашњења било је да је то изазвано променом неких физичких параметара целе фотосфере у току циклуса Сунчеве активности. За потврду те претпоставке била су потребна мерења „осумњичених“ параметара фотосфере (нпр. температуре, општег магнетног поља, конвективног преноса енергије итд.) по могућности на различитим висинама тог слоја. За ту сврху су коришћене спектралне линије чији су профили осетљиви на промену одабраних параметара.



Слика 6: Композитни график промене вредности Сунчеве константе мерене разним уређајима (горња крива) и упоредна промена броја Сунчевих пега (доња крива).

У тај истраживачки подухват убрзо се укључила и Астрономска опсерваторија у Београду. Године 1986. професорка Мирјана као познавалац Сунца и Јелисавета Арсенијевић као познавалац прилика на променљивим звездама предложиле су проучавање активности Сунца по узору на таква истраживања код звезда. Убрзо се формирао истраживачки задатак и посматрачки тим тако да је 1987. године почео дугорочни спектрофотометријски програм посматрања Сунчевог флукса или, како смо то популарно назвали, посматрање „Сунца као звезде“. Litrow спектрограф Астрономске Опсерваторије у Београду је прилагођен посматрачком програму, који је званично назван „Belgrade Program for Monitoring of Activity-sensitive Spectral lines of the Sun-as-a-star“. У истраживању Сунца као

звезде учествовали су: Арсенијевић Јелисавета, Даниловић Сања, Еркапић Сања, Гошић Милан, Јевремовић Дарко, Јовановић Миљана, Јовановић Предраг, Кршљанин Владимир, Кубичела Александар, Латковић Оливера, Мартиновић Немања, Поповић Лука, Поповић Мила, Скуљан Јован, Стојадиновић Јован, Винце Иштван и Винце Оливер. Од параметара спектралних линија редовно смо мерили њихову еквивалентну ширину. Неке изабране линије нису показале промене, код неких је нађен пораст, а код других смањење еквивалентне ширине са порастом активности.

Једна необична линија по облику, линија неутралног мангана на таласној дужини 539 nm показала је опадање еквивалентне ширине са повећањем активности Сунца. Необичан облик профила те линије привукао је нашу пажњу и покренули смо интензивно изучавање њених особина. Та линија је постала предмет истраживања на Опсерваторији око три деценије. Резултати истраживања те линије су об-

јављени у међународним и националним часописима, као и на конференцијама и постали су део тема две докторске дисертације. Истраживачка делатност у тој области је пренета и на друге институције у свету, којој су се прикључиле и колеге из иностранства. Изузетна заслуга професорке Мирјане је што је својом интуицијом усмерила наша истраживачка интересовања и подухвате на такве теме које су биле изузетно актуелне и деценијама нису застаревале.

Професорке Мирјане Вукићевић-Карабин сећаће се сви њени студенти, колеге и пријатељи са поштовањем и захвалношћу за све што је учинила, како за њих, тако и за развој астрофизике код нас.

PROFESSOR MIRJANA VUKIĆEVIĆ-KARABIN (1933-2020)

Life and work of prof. Mirjana Vukićević-Karabin is presented.

АЛЕКСАНДАР АЉОША ЈОВАНОВИЋ (1949-2020)

Последњих дана децембра 2020. преминуо је математичар, рачунарац, угледни професор Београдског универзитета и астроном аматер, Александар Аљоша Јовановић. Аљоша је био добро познат по својим многобројним активностима, не само као добар математичар већ и као човек који се занимао за друге области у којима је посебно место имала астрономија.

Александар Јовановић рођен је 1949. у Сплиту у породици генерала Богдана Јовановића и мајке Ксеније. Све школе завршио је у Београду. Полагао је преко реда разреде у гимназији, тако да је дипломирао већ са 21 годином на ПМФ-у (Природно-математички факултет Универзитета у Београду), 1970. На истом факултету 1982. одбранио је докторат у области математике са дисертацијом из математичке логике. До 1984. радио је у привреди, углавном на развоју софтвера. Од те године има академску каријеру. Прво његово академско запослење, у звању доцента матема-



Слика 1: Александар Аљоша Јовановић

тике, било је на Педагошком факултету у Ријеци 1984. На свом путу до сталног запошљавања на ПМФ-у у Београду 1996, радио је на Филозофском факултету у Нишу и на Универзитету у Крагујевцу. Његова специјалност



Слика 2: *Терка Маја са Аљошиним телескопом око 1985.*

у математици била је математичка логика, посебно теорија скупова, одакле је објавио већи број радова и једну значајну монографију, Теорију скупова, заједно са нашим познатим математичарима Александром Перовићем и Бобаном Величковићем.

Средином деведесетих прошлог века Аљоша почиње да се занима за процесирања сигнала и анализу дигиталних слика биолошких узорака, људских ћелија пре свега. Имао је вешту руку и оригиналне идеје, па је направио неколико својих инструмената. На пример, узео би неку не тако скупу астрономску камеру и поставио на микроскоп. Тако је добио медицински инструмент за аутоматско (софтверско) пребројавање болесних хромозома. Уређај је био далеко јефтинији од постојећих инструмената сличне функционалности. Овим је унапредио, убрзао и знатно појефтинио процедуре тестова базираних на овом експерименту. Болнице и друге медицинске и биолошке установе занимале су се за ове технолошке иновације па је софтвер за анализу лабораторијских слика који је професор Јовановић развио са сарадницима био постављен и коришћен у преко 40 медицинских установа. Волео је звездано небо и био је повремено астроном аматер. Правио је телескопе, направио их је преко 20, па ваљда и највећи направљен аматерски телескоп – рефлектор у Србији, пречника примарног огледала 45 цм. Још за живота замисао му је била да се овај телескоп

постави на приватној опсерваторији у атару села Гојиновац код Прокупља, испод планине Видојевица. Телескоп се у време писања овог чланка налази у Институту „Михаило Пупин“ на доради и адаптацији, а постављање се очекује овог лета.

Свирао је клавир и завршио је средњу музичку школу. Волео је класичну музику и имао је огромну колекцију снимљених музичких дела. Био је полиглота, а занимао се и за санскрит и изучавао је тај језик. Направио једрилицу дугачку девет метара са којом је обишао цео Јадран, сва грчка мора и део Средоземља. Умео је да буде по неколико месеци на мору и у пловидби. Обавезан део бродског инвентара био је астрономски бинокулар 20x80. Био је и страствени ронилац, толико да је једно време размишљао да му то буде животни позив.



Слика 3: *Аљошин портрет. Снимио Драги Радојевић око 1990.*

Имао је атлетску и снажну грађу, делом по природи, али свакако и због својих морнарских активности. У контакту са људима био је

веома отворен и непосредан, а његове разговоре са другима умела је да прати темпераментна расправа и бука. У контраст томе отишао је тихо и смирено после дуге и тешке борбе са опаком болешћу. Професор Алексан-

дар Јовановић преминуо је 29. децембра 2020. у свом стану на Новом Београду.

Жарко Мијајловић

ДУШАН РАДОВАНОВИЋ (1924 – 2020)

У Београду је 22. августа 2020. у 96. години умро последњи предатни члан нашег Друштва, др Душан Радовановић.

Душанов отац је био успешни трговац. Свирао је флауту. Комунистичке власти су му одузеле троспратну и четвороспратну зграду, а његовој породици оставиле стан у једној од њих, у Палмотићевој улици.

Душан је од младости био љубитељ астрономије. Звали су га Муња, јер је брзо решавао математичке задатке. Због очне мане одустао је од студија астрономије. Завршио је технологију на Техничком факултету у родном Београду, да би касније постао професор новоформираног Технолошког факултета. Предавао је Термодинамику, Вештачка љубрива и Производњу сумпорне и азотне киселине.

Мени је као пријатан саговорник остао у лепој успомени. Био је учтив и радознао. Ба-

во се планинарењем. Имао је колекцију плоча са птичијим певањима. Интересовао се за проблеме ВАСИОНЕ и обећавао да ће видети да се повољније штампа на његовом факултету. Пре Другог светског рата примао је часопис САТУРН, "који се сада налази на тавану".

Због вртоглавице и слабог вида и слуха, последњих година није долазио на Кулу. О његовој смрти нас је обавестила кћер Братислава. Причала је да је отац доводио на Калемегдан, да је била фасцинирана Планетаријумом и да је на Народној опсерваторији била гужва поред телескопа. Упамтила је предавача Зорана (вероватно Ивановића), са којим је Душан често разговарао.

Милан Јеличић

МАЛО ПОЕЗИЈЕ

«КОСМИЧКИ НОМАДИ» ЉУБИШЕ Р. МИТРОВИЋА I

Милан С. Димитријевић¹, Никола Цветковић²

¹Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд, Србија

²Филозофски факултет у Косовској Митровици, Србија)

Космос је врло чести мотив у уметности и поезији. Песници су вазда загледи у чаровите небеске просторе, којих се не могу нагледати, па их недохватна и узносита васиона непрекидно поетски изазива и мами. Зато су космички симболи и појаве, попут сунца, месеца, звезданог неба, метеора, комета... врло често присутни у лирици. Универзум је неисцрпна тема, која надахњује и подстиче да му

се песници и уметници, сваки на свој начин обраћају, настојећи да сликовито разоткрију његове тајновитости сваке врсте.⁵

⁵ Космичке визије у уметности и поезији "сведоче о астралном узлету и настојању да се досегне *немогуће*, и то помоћу *распеваности свих чула*, снагом љубави, животног *распошћу*, патњом, страдањем и васељенским размахом." Песници и уметници су онтолошком суштином свога бића, окренути васи-



Слика 1: Предња корица књиге „Космички номади“ Љубише Р. Митровића (Студентски културни центар, Ниш, 2005), коју је својом сликом украсио Мирослав Анђелковић.

Желимо да читаоцима Васионе скренемо пажњу на књигу са изразитијом васионском тематиком *Космички номади*⁶ Љубише Р. Митровића (1943) нам је, са ауторовом посветом, даривао наш рођак Мирослав Анђелковић,⁷ уважени професор Ликовне академије, који је илустровао: Митровић, цењени научни, педагошки и друштвени посленик, декан Филозофског факултета и проректор нишког Уни-

онским сферама, истражујући и преиспитујући космос у себи и собом.“Они као продоховљени истраживачи и надахнути учењаци, снажним продорима, сежу у то узвишено, незнано и непознато.” – Никола Цветковић, *Лирско-космичке и аутопоетичке визије младих песника*, Зборник радова конференције “Развој астрономије код Срба VI” Публикације Астрономског друштва “Руђер Бошковић”, бр. 10, 20-11, 1197-1198.

⁶ Љубиша Р. Митровић, *Космички номади*, Студентски културни центар, Ниш, 2005.

⁷ Радован Илић, *Небеско плаветило у сликарству Мирослава Анђелковића*, Зборник радова конференције “Развој астрономије код Срба VIII” – овај Зборник.

верзитета,⁸ поред интензивног научног рада из области социологије, бави се и песништвом, што потврђује и поменута књига.

Из ове занимљиве збирке издвојили смо неколико песама изразитије озрачених космичком тематиком, а ближе смо размотрили две које су нас посебно дотакле.

У песми *Космички номади* (II), према којој је насловљена и књига, будући номади, понесено *јашу на оданетој стрели времена / Селе се са планете / на планету...* Они стреловито језде, једва доступном брзином светлости, мењајући у своме лету релације простора и времена сходно Ајнштајновој теорији релативности, која је овом песнику очигледно, у извесном смислу, знана. У том силовитом и поетски вазносећем лету, успутно их поздрављају звезде, а Сунце им дарује дражесне пољупце. У Митровићевим лирским представама плачу кише / и звезде падалице, што богати лирско метафорични израз. Звезде падалице, како се у народу зову метеори, песнику делују као *камиказе*, пошто углавном сагоревају у атмосфери и нестају а за њима остаје *само прамен муње који умире*, што у вешто нађеној поенти, асоцира на Христа *распетог између неба и земље*.

Са доста разлога ово је насловна песма, јер је богата слојевитом и вишезначном космичком симболиком, која је спретно уткана у лирско ткиво, уз уважавање неких сцијентистичких основа, које лирчар преплиће са животним, фолклорним и теолошким појединоцима. Стихови се врло складно надовезују, вигорећи естетски осмишљен доживљај, који успешно надраста научно фактографске појединости. (*наставиће се у бр. 1-2 за 2022*)...

⁸ Љубиша Р. Митровић (види: Љ. Митровић, *Библиографија*, Филозофски факултет у Нишу, 20-13) поред осталог, био је шеф Катедре за социологију и управник Института за друштвена истраживања Филозофског факултета у Нишу (1983-1987); посланик СПС у Народној скупштини Републике Србије; председник Скупштине Међуопштинске регионалне заједнице Ниш и др. Објавио је више књига, од којих овде издвајамо: *Социологија и савременост* (1984), *Социјална динамика* (1985), *Савремено југословенско друштво* (1987) и др.

ЉУБИША Р. МИТРОВИЋ**КОСМИЧКИ НОМАДИ (II)**

Космички номади
 Јашу на одапетој стрели времена
 Селе се са планете
 На планету
 Брзином светлости
 Мењају простор и време

Поздрављају их звезде
 Пољупце им дарује сунце
 За њима плачу кише

И звезде падалице
 Понашају се као камиказе
 За њима остаје
 Само прамен муње који умире
 Разапет попут Христа
 Између неба и земље

**“COSMIC NOMADS” OF LJUBIŠA R:
MITROVIĆ I**

The book “Cosmic nomads” of Ljubiša R. Mitrović is presented as well as one poem from this book.

Илустрације на корицама

I страна: *Галаксија M33 (NGC 598) припада сазвезењу Трогоа, на отуда такође носи назив Галаксија у Троуглу. Обликом подсећа на дечју вртешку коју окреће ветар па је на енглеском позната и под називом „Pinwheel Galaxy“. Ова галаксија припада Локалној групи галаксија и трећа је по величини после Андромедине галаксије (M31) и Млечног пута. Постављена је симетрично према M31 у односу на звезду Мирах у Андромеди, па се тако најлакше проналази малим телескопима или дурбином. Има привидну магнитуду 5.72 и у тамној ноћи под најбољим условима може се назрети голим оком. Аутору ове фотографије то је успело неколико пута. Растојање галаксије M31 од нас процењује се на 2.7 - 3.2 милиона светлосних година. С друге стране, њено растојање од M31 износи свега 700.000 светлосних година, скоро четири пута мање него што је растојање наше галаксије. Отуда постоји приметно гравитационо привлачење између M31 и M33, па и плимски утицаји, видети на пр. Thor Tepper-García, Joss Bland-Hawthorn, Di Li, „The M31/M33 tidal interaction: a hydrodynamic simulation of the extended gas distribution“ у Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 493, Issue 4, April 2020. У том чланку можемо прочитати да прорачуни показују да је пре 6 милијарди година растојање између M31 и M33 било четири пута мање него што је данас, па су и њихове узајамне интеракције биле много јаче. Остаци тог узајамног дејства и данас су мерљиви. Галаксија M33 има око 4×10^{10} звезда, док је маса, па и број звезда, око 30 пута мања од масе M31 и износи 5×10^{10} маса Сунца.*

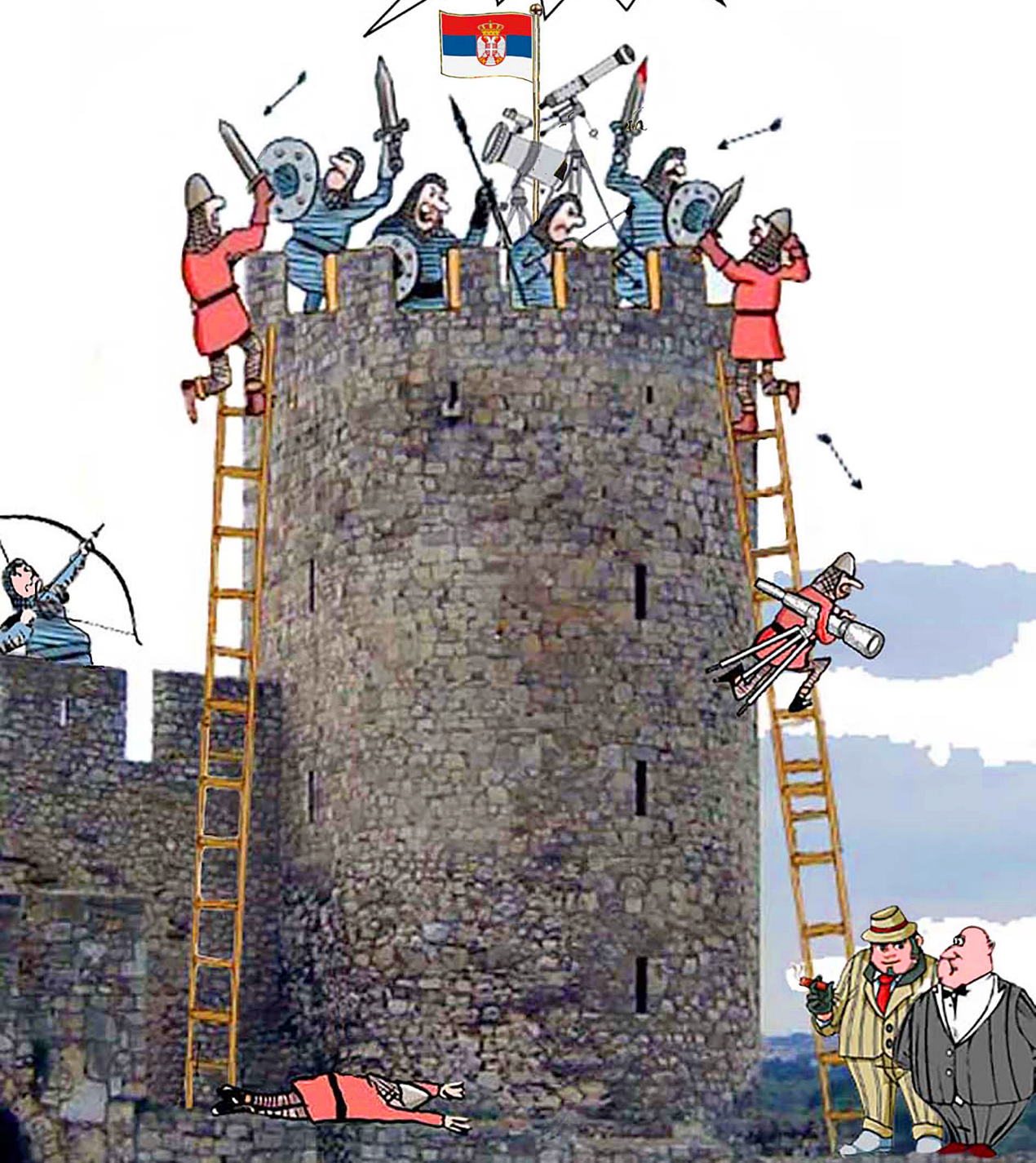
Фотографија галаксије M33 снимљена је новембра 2020. на планини Маљен, са локације Тометино поље (Западна Србија), 1000 метара надморске висине, помоћу рефрактора Skywatcher 120/900 mm, камере SBIG stf8300 t и Хаблове палете филтера. Време осветљавања 90 минута. Аутор фотографије – Жарко Мијајловић.

III страна: *Део учесника конференције „Развој астрономије код Срба XI“. Слева на десно: Душко Борка, Виолета Н. Николић, Ненад Ђ. Лазаров, Предраг Јовановић, Весна Борка Јовановић, Милан С. Димитријевић, Ивана Ђерамилац, Јово Пераћ, Борис Косовић, Никола Цветковић, Слободан Нинковић, Соња Видојевић, Иван Стаменковић, Јован Алексић, Тамара Лујак, Надежда Пејовић. Приказ ове конференције доносимо на стр. 81. овог броја*

IV страна: *Астрономско друштво „Руђер Бошковић“ последњих година се налази у вероватно најтежој финансијској и кадровској кризи од свог постанка. Озбиљно прети могућност престанка рада. И поред свих обраћања за помоћ органи власти на свим нивоима својом незаинтересованошћу за постојање Друштва увелико допринесе оваквом стању. Тим поводом је члан Друштва, проф. Милутин Тадић, направио карикатуру коју овде објављујемо. Текст подима подршке Друштву неких од цењених научних институција можете прочитати на стр. 84. овог броја.*



He damo
Onsepravatoriju!





ВАСИОНА

ЧАСОПИС ЗА АСТРОНОМИЈУ

АСТРОНОМСКО ДРУШТВО "РУЂЕР БОШКОВИЋ"

БЕОГРАД ♦ ✨ ♦ УДК 52 (05) ♦ ISSN 0506-4295

**ЦЕФЕИДЕ У
ДВОЈНИМ СИСТЕМИМА**

#

**ВЕЛИКА ОРИОНОВА
МАГЛИНА М42**

#

**МИНИ ОЛИМПИЈАДА
ИЗ АСТРОНОМИЈЕ И
АСТРОФИЗИКЕ**

#

**ПОМРАЧЕЊА И
КОНЈУНКЦИЈЕ У 2022.**

#

**ПРОЈЕКАТ
"ДАН АСТРОНОМИЈЕ
У ШКОЛАМА БАНАТА"**

#

**ПРОМОЦИЈА НАУКЕ
ДОДЕЛА ПРИЗНАЊА
ЦПН-а**

2021. 4

**ГОДИНА LXIII
КЊИГА XVI**



Bulletin of Astronomical Society "Ruđer Bošković"
Address: Narodna opservatorija, Kalemegdan, Gornji grad 16, 11000 Belgrade, Serbia

САДРЖАЈ

Сава Јевтић: <i>Цефеиде у двојним системима: Примери δ Цефеја и Северњаче</i>	101
Жарко Мијајловић: <i>Орионова маглина</i>	106
Милан С. Димитријевић: <i>Помрачења, конјункције планета и годишња доба 2022</i>	109
Соња Видојевић: <i>Регионална мини олимпијада из астрономије и астрофизике 2021</i>	115
Милан С. Димитријевић: <i>Пројекат „Дан астрономије у школама Баната“</i>	116
Јован Алексић: <i>„Гравитациони маневар“</i>	120
Јован Алексић: <i>Дан науке - Додела признања Центра за промоцију науке</i>	121
Јован Алексић: <i>Чланови АДРБ о свемирским летовима</i>	122
Милан Јеличић: <i>Одлазак Александра Оташевића са Народне опсерваторије</i>	124
Никола Цветковић: <i>„Астрономска знања античког доба и њихов утицај кроз векове“</i>	126
Слободан Нинковић: <i>Астрономија; Збирка задатака и практичних вежбања</i>	128
Александар С. Петровић: <i>„Аналематски сунчани часовници: Наука и забава“</i>	129
Милан С. Димитријевић: <i>Небеска лирика у поезији Николе Цветковића</i>	131
Милан Јеличић: <i>Вода на Марсу</i>	135
<i>Инструкције за уплату чланарине</i>	136

CONTENTS

Sava Jevtić: <i>Cepheids in binary systems: Examples of δ Cephei and Northern star</i>	101
Žarko Mijajlović: <i>Orion nebula</i>	106
Milan S. Dimitrijević: <i>Eclipses, conjunctions of planets and seasons in 2022</i>	109
Sonja Vidojević: <i>Regional mini olympiad on astronomy and astrophysics 2021</i>	115
Milan S. Dimitrijević: <i>Project “Day of astronomy in the schools of Banat”</i>	116
Jovan Aleksić: <i>“Gravitational maneuver”</i>	120
Jovan Aleksić: <i>Science day – The Center for the Promotion of Science award ceremony</i>	121
Jovan Aleksić: <i>Memb. of ASRB about space flights</i>	122
Milan Jeličić: <i>Departure of Aleksandar Otašević from People’s observatory</i>	124
Nikola Cvetković: <i>“Astronomical knowledge of ancient times and their influence through the centuries”</i>	126
Slobodan Ninković: <i>Astronomy – A collection of problems and practical exercises</i>	128
Aleksandar S. Petrović: <i>“Analemmatic sundials: Science and fun”</i>	129
Milan S. Dimitrijević: <i>Celestial lyrics in the poetry of Nikola Cvetković</i>	131
Milan Jeličić: <i>Water on Mars</i>	135
<i>Instructions for membership payment</i>	136

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

др Соња ВИДОЈЕВИЋ

др Миодраг ДАЧИЋ

др Милан С. ДИМИТРИЈЕВИЋ

(главни и одговорни уредник)

проф. др Драгана ИЛИЋ

Милан ЈЕЛИЧИЋ

проф. др Анђелка КОВАЧЕВИЋ

проф. др Жарко МИЈАЈЛОВИЋ

Милан МИЉУШЕВИЋ

Александар ОТАШЕВИЋ

проф. др Лука Ч. ПОПОВИЋ

Александар СИМОНОВИЋ

(технички уредник)

др Владимир СРЕЂКОВИЋ

VASIONA, часопис за астрономију, излази у четири броја годишње. Издаје Астрономско друштво „Руђер Бошковић“. Адреса уредништва и администрације: Народна опсерваторија, Калемегдан, Горњи град 6, 11000 Београд; телефон: 011/3032133; e-mail: adrb@adrb.org; URL: <http://www.adrb.org>. Чланарина-претплата за 2021. годину износи 1400 динара, за иностранство 20 евра. Чланарину-претплату слати у корист текућег рачуна број 205-29948-66.

VASIONA, бр. 2021/4, година LXIII, књига XVI, стр. 101–136, штампано априла 2022.

ЦЕФЕИДЕ У ДВОЈНИМ СИСТЕМИМА ПРИМЕРИ ДЕЛТА ЦЕФЕЈА И СЕВЕРЊАЧЕ¹

Сава Јевтић

(Студент астрофизике Математичког факултета Универзитета у Београду, Београд)

1. Увод

Цефеиде су класа променљивих звезда које правилно и периодично мењају свој сјај, као резултат пулсације површинских слојева. Пулсације оваквих звезда се објашњавају механизмом вентила, како је предложио Жевакин² (1953). Улогу вентила игра слој јонизованог хелијума, који променама непрозрачности при сажимању и ширењу звезде дугорочно може подржати пулсације звезде. У току сажимања звезде, непрозрачно-ст слој јонизованог хелијума расте. Зрачење из дубљих слојева звезде се у њему апсорбује и хелијум се двапут јонизује ($\text{He}^+ + h\nu \rightarrow \text{He}^{++} + e^-$) па енергија зрачења остаје заробљена у том слоју. Слојеви у којима су се повисили температура и притисак гурају и слој двапут јонизованог хелијума навише. Гас се шири и хлади. Степен јонизације се у слоју смањује ($\text{He}^{++} + e^- \rightarrow \text{He}^+ + h\nu$), гас постаје транспарентан и зрачење, заробљено при сажимању, се ослобађа. Вишак гравитационе потенцијалне енергије зауставља ширење. Овај циклус се периодично понавља због промена у непрозрачности хелијума (Вукићевић-Карабин и Атанацковић, 2010).

Цефеиде могу мењати сјај са амплитудом од $0,5^m$ до 2^m и са периодом између 1 и 70 дана. Оне припадају циновима или суперциновима, а спектралних су класа F и G. Наз-

ване су по звезди δ Сер – првој посматраној звезди која на овај начин мења сјај.³

Цефеиде су веома значајне зато што се помоћу њих могу одредити растојања до звезданих система (звезданих јата, галаксија, јата галаксија) којима припадају. Користи се веза између њиховог сјаја и периода промене сјаја, коју је открила Хенријета Левит⁴ 1908. године (објављено 1912. године) посматрајући цефеиде у Малом Магелановом облаку. Тачније, користи се релација период–луминозност (период–апсолутни сјај):

$$M = a + b \log P,$$

која се калибрише помоћу најближих цефеида чије су даљине (паралаксе) познате и у којој су a и b коефицијенти, (M) средња апсолутна магнитуда, a (P) период промене сјаја (Вукићевић-Карабин и Атанацковић, 2010). Ова релација омогућава да се из мереног периода промене сјаја (P) одреди средњи апсолутни сјај (M) и са мереним средњим привидним сјајем (m) цефеиде, помоћу фотометријске релације $M = m + 5 - 5 \log r$, одреди растојање (r) до ње.

Овај метод користи цефеиде као тзв. *стандардне свеће* (објекти чија је луминозност позната) и један је од најпоузданијих за -

¹ Семинарски рад из предмета Општа астрофизика на основном студијама астрофизике, написан под руководством Проф. др Олге Атанацковић.

² Сергей Александрович Жевакин (1916–2001).

³ Периодичну промену сјаја звезде δ Сер први је открио енглески астроном аматер Џон Гудрик (John Goodricke) 1784. године.

⁴ Henrietta Swan Leavitt (1868–1921)

одређивање галактичких и вангалактичких растојања⁵.

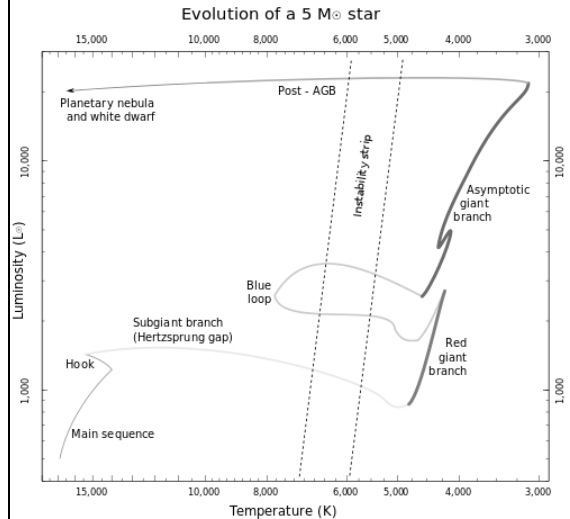
Узрок промене сјаја цефеида је дуго био мистерија. Најпре се сматрало да до промене сјаја долази зато што су оне еклипсно двојни системи, мада су већ први добијени резултати указивали на то да би у том случају друга звезда у двојном систему морала бити на мањем растојању од полупречника главне звезде. Едингтон⁶ је 1917. године показао да промена сјаја цефеида потиче од радијалних пулсација (Neilson *et al*, 2015). Данас опште прихваћено објашњење самог механизма дао је Жевакин 1953. године.

Цефеиде могу да се нађу и у двојним системима: око трећина галактичких цефеида налази се у двојном систему (Neilson *et al*, 2015); према неким изворима, око половина цефеида се налази у двојним или вишеструким системима (Engle *et al*, 2017), док (Anderson *et al*, 2015) наводи изворе према којима их има и до 60%. Неке од најпознатијих и нама најближих звезда су цефеиде у двојним системима. То су звезде δ Cep и α UMi (Северњача), на које ћемо се фокусирати у овом раду.

2. Цефеиде у двојним системима

Цефеиде у двојним системима су посебно корисне јер омогућавају израчунавање њихових маса и поређење са предвиђањима које дају модели звездане еволуције и звезданих пулсација (Neilson *et al*, 2015). Изучавање цефеида у двојним системима је значајно за разумевање улоге двојности у еволуцији цефеида, као и за тачније израчунавање звезданих параметара, пре свега масе и радијуса.

У нашој галаксији није откривена ниједна цефеида у двојном систему са орбиталним периодом мањим од годину дана.



Слика 1: Еволуција звезде чија маса износи 5 Сунчевих маса. Извор: Wikipedia, аутор: Lithopsian.

Теоријски прорачуни (Neilson *et al*, 2015) показују да интеракције у сувише блиским двојним системима могу спречити црвене џинове да постану цефеиде, те да цефеиде могу бити само у оним двојним системима чији је орбитални период једнак или већи од једне године. У случају периода већих од 10 година постоје потешкоће у детекцији пра-тиоца.

У овом одељку фокусираћемо се на моделовања и израчунавања која су извели (Neilson *et al*, 2015).

Цефеида може да се нађе у двојном систему када не интерагује са својим пратиоцем. До овога може да дође када је звезда у плавој петљи⁷ (слика 1, средина), након фазе црвеног џина, или, ређе (у 3% до 5% случајева), када -

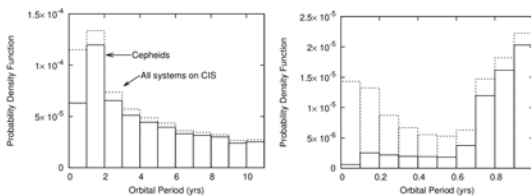
⁵ Користећи цефеиде, Едвин Хабл (Edwin Hubble) је 1924. године одредио растојање до спиралне „маглине“ М31 и показао да је то заправо џиновски звездани систем изван Млечног пута - друга галаксија. Овим открићем започео је развој вангалактичке астрономије.

⁶ Sir Arthur Stanley Eddington (1882–1944).

⁷ Плава петља је фаза у еволуцији звезда малих и средњих маса (почетних маса од 2,3 M_⊙ до 10-12 M_⊙) до које долази након што хелијум почне постепено да гори у језгру (након гране црвених џинова), а температура површинских слојева звезде се најпре повећава, а потом смањује, па звезда описује петљу на H-R дијаграму (слика 1). Када на тој путањи звезда пресече зону нестабилности, пошто је ту нестабилна на пулсације, посматра се као цефеида.

пређе Херцшпрунгову празнину⁸ (слика 1, доле лево). У малом броју интерагујућих двојних система, масивнија звезда у систему пошто преда део масе пратиоцу еволуираће у белог патуљка и никада неће постати цефеида, док њен пратилац може еволуирати у цефеиду. Овај тип двојних система је тешко детектовати.

У првом случају, највероватнији минимални орбитални период одређен је радијусом цефеиде док је била црвени цин, са урачунатим плимским силама. (Neilson *et al.*, 2015), процењују да је минимална орбитална раздвојеност која омогућава да црвени цин еволуира у цефеиду, $a_{min} = 312 R_{\odot}$. Ако занемаримо плимске силе, одговарајући услов за орбитални период према трећем Кеплеровом закону је: $P > 240$ дана. Ако се у обзир узму плимски ефекти у току еволуције црвеног цина, добија се да је минимално почетно орбитално раздвајање у току фазе црвеног цина: $a_{min} = 388 R_{\odot}$ и одговарајући период $P_{min} = 333$ дана. Ови резултати су у сагласности са минималним посматраним периодима галактичких цефеида.



Слика 2: Хистограми расподеле густине вероватноће система са цефеидама (пуне линије) и свих система (испрекидане линије) у зони нестабилности (CIS – Cepheid instability strip) за периоде испод 11 година (лево) и испод једне године (десно). Извор: (Neilson *et al.*, 2015).

Горе наведена процена зависи од маса компонената двојног система. У овом раду је претпостављено да су $M_{цефеиде} = 5 M_{\odot}$ и $M_{пратиоца} = 2 M_{\odot}$. Аутори налазе да 5-8%

двојних система са цефеидама има период мањи од предвиђеног минимума (слика 2). За те системе се сматра да су настали тако што је у њима дошло до размене масе током које се обрнуо однос маса и пратилац је еволуцијом постао цефеида.

3. Неки познати примери

Делта Цефеја и Северњача су међу најпознатијим и најдетаљније проучаваним цефеидама које се налазе у двојним системима. У наредна два пододелјка бавићемо се њима.

3.1. Делта Цефеја

Делта Цефеја (δ Cep A) је једна од највише проучаваних променљивих звезда – звезда по којој су цефеиде добиле име. Постоји два типа цефеида: сјајније и млађе (старости до 200 милиона година) цефеиде типа I или тзв. класичне цефеиде, којима припада δ Cep; и старије и мање сјајне цефеиде типа II. Звезда δ Cep је важна зато што се користи у сврхе калибрације релације период–луминозност јер се њена удаљеност може одредити прецизно мерењем њене паралаксе.

Делта Цефеја има масу ($4,5 \pm 0,3$) M_{\odot} , радијус $44,5 R_{\odot}$, луминозност око $2000 L_{\odot}$, док јој се привидни сјај мења у границама 3,48 – 4,37, температура у интервалу 5500–6800 K¹⁰, а спектрална класа варира између F5Ib и G1Ib. Период пулсација је 5,366 дана. Налази се на растојању (272 ± 8) pc од нас, што је чини нама најближом цефеидом после Северњаче¹¹.

Она је у фази сагоревања хелијума у језгру и сматра се да вероватно други пут пролази кроз зону нестабилности¹² (Anderson *et al.*, 2015).

⁸ Херцшпрунгова празнина представља јако кратку фазу еволуције, а кроз њу пролазе звезде које су потрошиле водоник у језгру.

⁹ У даљем тексту, под „цефеида“ подразумеваће се да је у питању класична цефеида.

¹⁰ Подаци за звезду δ Cep A.

¹¹ Подаци за систем δ Cep (извор:

https://en.wikipedia.org/wiki/Delta_Cephei).

¹² Зона нестабилности је област на HR дијаграму где се налазе разне променљиве звезде, укључујући цефеиде.

За δ Сер је од 1966. године познато да је визуелно двојна звезда (Anderson *et al.*, 2015). Сада се зна да је заправо четвороструки систем: обе компоненте астрометријски двојног система су и саме двојни системи. Иако су криве радијалне брзине услед пулсација биле одавно познате, због мале амплитуде промена радијалне брзине које потичу од орбиталног кретања и великог орбиталног периода (око 6 година), (Anderson *et al.*, 2015) су тек 2015, анализом криве радијалне брзине, показали да је прва компонента уједно и спектроскопски двојна звезда. Добили су да је маса пратиоца $0,2-1,2 M_{\odot}$, да су компоненте у периастрону на растојању нешто мањем од $2A_J$, али да то није имало утицаја на еволуцију цефеиде, о чему ће бити речи у овом пододељку.

За δ Сер је примећено и да је извор X-зрака, при чему (Anderson *et al.*, 2015) сугеришу да је заправо пратилац извор X-зрака, зато што млада звезда мале масе на главном низу може да емитује X-зрачење из вреле короне. Међутим, (Engle *et al.*, 2017), су показали да се период промене интензитета X-зрачења поклапа са периодом пулсације цефеиде, због чега је мало вероватно да X-зраци потичу од пратиоца.

Орбита двојног система има висок ексцентрицитет (0,647) и због тога се сматра да су две звезде у прошлости интераговале. При проласку кроз периастрон, цефеида заузима 19% своје Рошове запремине, чији радијус је приближно 55% минималног растојања између двеју звезда ($1,89A_J$). С друге стране, у апоастрону је удаљеност 5,1 пута већа и цефеида заузима око 3,7% своје Рошове запремине. Због овога, могуће је да плимске силе значајно деформишу цефеиду док је у периастрону.

За звезде овог типа се сматра да су настале са масама у границама $3-12 M_{\odot}$. Док се маса δ Сер процењује на $(4,5 \pm 0,3) M_{\odot}$, модели еволуције предвиђају да маса цефеиде буде $5-5,25 M_{\odot}$. У тој фази еволуције звезде имају радијус у просеку $44,5$ радијуса Сунца (што се поклапа са радијусом δ Сер).

Може се претпоставити да, зато што су у прошлости ове две звезде интераговале, цефе-

ида коју разматрамо нема исту еволуцију као остале цефеиде. Међутим, (Anderson *et al.*, 2015) за ту претпоставку, на основу поређења са предвиђањима за еволуцију цефеида, показују да је нетачна: не постоји доказ да је Делта Цефеја имала нестандардну еволуцију. Према подацима из претходног пасуса, закључујемо да се предвиђања поклапају са посматрањима. Стога, можемо закључити да су интеракције унутар двојног система имале занемарљив утицај на цефеиду.

3.2. Северњача

Северњача, одн. α UMi Aa, нама је најближа цефеида. Као и δ Сер, Северњача је део вишеструког система: визуелно је двојна, а компонента А тог двојног система је такође двојни систем. Орбитални период система је око 29 година, а ексцентричност око 0,6.



Слика 3: Северњача А и Б. Снимљено помоћу опреме: Skywatcher 200PDS, TS coma corrector 0.95x reducer, Orion skyglow 2 inch LP filter, HEQ5 Pro (4:1 mod), Nikon D90, EQAscom / Cartes du ciel and the trusty old netbook.

Амоп: oltsu_alatar.

https://www.reddit.com/r/astrophotography/comments/3g9ytr/polaris_a_polaris_b/

У свом раду Anderson (2018), користећи измерену паралаксу пратиоца В као паралаксу Северњаче (Aa) и добро слагање модела и интерферометријских и спектроскопских мерења, закључује да Северњача има масу при-

ближно $7 M_{\odot}$, док њени пратиоци, веома блиска звезда α UMi Ab (F6 V) и звезда α UMi B (F3 V), која је од ње на растојању око 2800 AJ, имају масе $1,26 M_{\odot}$ и $1,39 M_{\odot}$, респективно. Брзина промене периода пулсација указује на то да Северњача први пут пролази кроз зону нестабилности и да је тек недавно напустила главни низ. Anderson (2018) потврђује значајну разлику у старости Северњаче (око 50 милиона година) и пратиоца В (више од 2 милијарде година) што указује на динамичке ефекте, које је неопходно још истражити како би се ова разлика у старости објаснила.

Северњача има привидни сјај који се мења у границама од $1,86^m$ до $2,13^m$, док је период промене сјаја 3,974 дана, па спада у тзв. цефеиде малих амплитуда. Према резултатима рада Фадејева (Fadeyev, 2015), њена маса је $5,4 M_{\odot}$, радијус $37,5 R_{\odot}$, луминозност око $1260 L_{\odot}$, спектрални тип F7Ib, температура 6015 K, док је растојање до нас у границама 99–133 pc (различитим методама, као и мисијама, добијени су различити резултати)¹³.

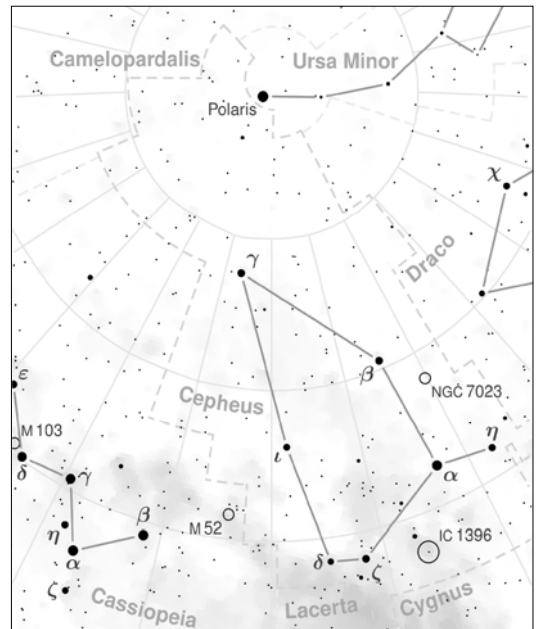
Од 1929. када је одређен орбитални период система α UMi, идентификовано је много цефеида у двојним системима у Млечном путу, али ниједан није нађен у еклипсно двојном или спектроскопски двојном систему у коме су присутне спектралне линије обеју компонената.

Још увек постоје значајна неслагања међу разним ауторима по питању тога да ли Северњача пулсира на основној фреквенцији (напр. Fadeyev, 2015) или првом хармонику (напр. Anderson, 2018) и да ли прелази зону нестабилности први пут или не. Коначно, велике су разлике и у добијеном растојању до ове звезде, али и у осталим њеним физичким параметрима, посебно у њеној маси.

4. Закључак

Цефеиде у двојним системима су још увек отворена тема – мало се зна о њима – и потребно их је изучавати. Оно што је тренутно познато је да у значајном проценту цефеиде

припадају двојним системима, и да је тада у већини случајева цефеида у плавој петљи. Neilson *et al.* (2015) су извели прорачуне који се углавном поклапају са посматрањима. Ти прорачуни узимају у обзир то да орбиталну раздвојеност, а тиме и орбитални период, одређују плимске силе и радијус звезде у фази црвеног џина, која претходи плавој петљи. Одступања посматраних података од прорачуна се објашњавају тиме да нису у свим двојним системима цефеиде у плавој петљи, већ су неке настале и разменом материје међу компоненатама.



Слика 4: Северњача и δ Цефеја. Аутор:

Торстен Бронгер.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cepheus_constellation_map.svg

И за Делта Цефеја и за Северњачу знамо да су део двојних, тачније вишеструких система. За Делта Цефеја знамо да је, поред тога што има астрометријског пратиоца, такође и спектроскопски двојна звезда, што смо сазнали детаљнијом анализом криве радијалне брзине. Иако је у прошлости долазило до физичке интеракције између δ Цефеја и пратиоца, а

¹³ <https://en.wikipedia.org/wiki/Polaris>

и сада плимске силе битно утичу на звезду, то није утицало на еволуцију ове цефеиде.

Слично као δ Цефеја, Северњача има једног даљег и једног ближег пратиоца. О њиховом утицају на Северњачу зна се јако мало.

Све у свему, ради се о важној теми која захтева много више изучавања него што је сада вршено, а чији би резултати могли да нам дају много бољи увид у звездану еволуцију.

Литература

Anderson, R. I. et al.: 2015, Revealing δ Cephei's Secret Companion and Intriguing Past, *Astrophysical Journal*, **804**, 144 (доступно на <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0004-637X/804/2/144/pdf>).

Anderson, R. I.: 2018, Homing in on Polaris: A $7 M_{\odot}$ first-overtone Cepheid entering the instability strip for the first time, *A&A*, **611**, L7 (доступно на https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2018/03/aa32585-18/aa32585-18.html).

Вукићевић-Карабин, М., Атанацковић, О.: 2010, *Општа астрофизика*, Завод за уџбенике, Београд.

Engle, S. G. et al.: 2017, The Secret Lives of Cepheids: δ Cep—The Prototype of a New Class of Pulsating X-Ray Variable Stars, *Astrophysical Journal*, **838**, 67 (доступно на <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/aa6159>).

Fadeyev, Yu. A.: 2015, Evolutionary status of Polaris, *MNRAS*, **449**, 1011-1017.

Neilson, H. et al.: 2015, The occurrence of classical Cepheids in binary systems, *A&A*, **574**, A2 (доступно на https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2015/02/aa24408-14/aa24408-14.html).

CEPHEIDS IN BINARY SYSTEMS EXAMPLES OF DELTA CEPHEI AND NORTHERN STAR

A review of cepheids in binary systems is given with Delta Cephei and Northern star as examples.

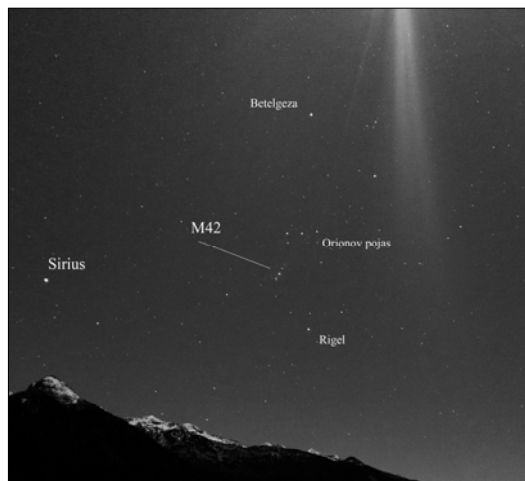
ПОСМАТРАЧКИ ПРИЛОЗИ

ОРИОНОВА МАГЛИНА

Проф. Др Жарко Мијајловић
(Институт за математику, САНУ, Београд)

Орионова маглина, такође позната као Велика маглина у Ориону, или само Орион, је дифузна маглина смештена јужно од Орионовог појаса у сазвежђу Орион (види слику на последњој страни корица). Састоји се из два физички повезана облака међузвезданог гаса, веће маглине М42 и мање М43. С обзиром да је М42 доминантан део Орионове маглине, у литератури се често под М42 подразумева цела Орионова маглина. Орионова маглина има око 3500 младих звезда, и највећи део њих настао је у последњих 2 000 000 година.

Маглина М42 једна је од најсејајнијих маглина које се виде на ноћном небу и под добрим посматрачким условима видљива је голим оком. (има привидну величину +4.0 и привидне димензије 65'x60'). Удаљена је око 1500 светлосних година од Сунчевог система и нама је најближа област масивне формације звезда. Процењује се да је маглина М42 пречника 24 светлосне године. Има масу око 2000 пута већу од Сунчеве. Вероватно најпознатији објекат у њој је *Трапез* (θ^1 Orionis), звездано јато сачињено од младих звезда.



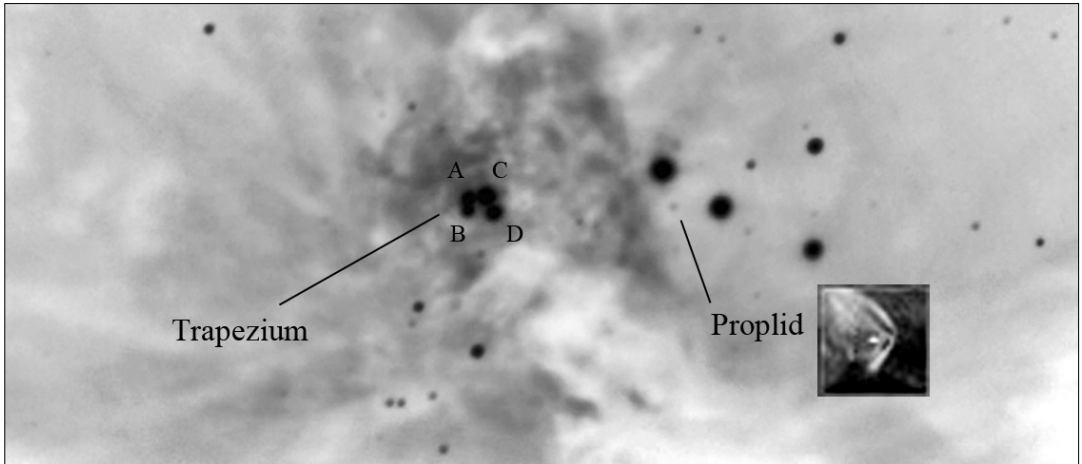
Слика 1: Сазвежђе Орион изнад планине Вогел у Бохињу, Словенија. Снимљено 7. фебруара 2020. мобилним телефоном Xiaomi MI 9, експозиција 10 секунди, ISO 800. Поред положаја маглине M42, на фотографији се налазе ликови Бетелгејза и Ригела, најсјајнијих звезда тог сазвежђа. Светли прамен на фотографији потиче од Месеца, који је у ноћи када је снимак направљен био скоро пун. Аутор фотографије: Жарко Мијајловић.

Назив носи по астеризму који чине његове четири примарне звезде (θ^1A , θ^1B , θ^1C , θ^1D). Већ Галилеј је 1617. године успео да види и скицира три звезде (A, C и D) Трапеза, а убрзо је откривена и четврта. Пет најсјајнијих звезда кластера имају масу од 15 до 30 Сунчевих маса, налазе се на међусобном растојању отприлике 1.5 светлосних година и старе су тек око 300.000 година. Оне осветљавају међузвездани гас који чини маглину M42, а према неким претпоставкама ово звездано јато садржи црну рупу која има масу једнаку 100 Сунчевих маса. Сматра се да је постојање ове црне рупе узрок значајне дисперзије у сопственим брзинама звезда у овом кластеру. Највећи део њене спектакуларне илуминације потиче од θ^1C , до-

минантне звезде спектралног типа O5-O7 кластера Трапез.

Другу врсту занимљивих објеката у M42 чине релативно скоро откривени **проплиди** (proplyd – силабичка скраћеница од *ionized-protoplanetary disk*), који на фотографијама изгледају као светле или тамне громуљице у међузвезданом гасу. Проплиди настају тако што енергетски снажна радијација осветљава и јонизује гас у диску око младе звезде. То узрокује распршавање гаса од извора јонизације. Откривено је око 180 проплида у Орионовој маглини. Фотографије ових објеката у другим регионима формирања звезда су ретке, док је M 42 једина област са великим бројем проплида, вероватно уочених због своје ре-лативне близине Земљи. Прва посматрања проплида учињена су 1971. са Пик-ди-Миди опсерваторије у француским Пиринејима. Ово име добили су 1993, када је њихова структура разрешена помоћу фотографија добијених са Хабловог телескопа.

Маглина M43 је далеко мања од M42 и позната је такође под називом NGC 1982, односно Де Меранова маглина, по свом проналазачу (Jean-Jacques Dortous de Mairan) који ју је открио 1731. године. Мада су M42 и M43 делови истог облака гаса и прашине, раздвојене су траком густе прашине, која је позната као североисточна тамна трака. Ако претпоставимо да на фотографији Орионова маглина подсећа на птицу раширених крила, онда би M43 представљала главу те птице, а M42 њено тело. Маглина M43 има привидну величину +9.0 и привидне димензије 20'x15'. Главна компонента је плаво-бела звезда са звезданом класификацијом B0,5V или B1V. Ова звезда има 19 ± 7 пута већу масу од Сунца (M_{\odot}) и $5,7 \pm 0,8$ пута Сунчев радијус (R_{\odot}). Зрачи преко 26.000 пута Сунчеву светлост (L_{\odot}) из своје фотосфере на ефективној температури од 31.000 К. Илуминација маглине M43 највећим делом потиче од ове звезде.



Слика 2: Трапезиум је јато младих звезда, θ^1 Orionis, у којем доминирају звезде A, B, C, D. Упоредивањем са фотографијама направљеним на великим телескопима, на фотографији на задњој корици овог броја, уочен је један проплид. Уз легенду приказан је упоредни снимак снимљен Хабловим телескопом. Аутор модификације која је део фотографије на задњој корици је Жарко Мијајловић.



Слика 3: Проплиди. Поглед са свемирског телескопа Хабл на мали део Орионове маглине открива пет младих звезда. Четири од ових звезда окружене су и заробљене гасом и прашином док су се формирале. Облак гаса остао је у орбити око звезде. Ово су примери протопланетарних дискова, или "проплида", који ће еволуирати у агломератне планете. Проплиди који су најближи најтоплијим звездама матичног звезданог јата виде се као светли објекти, док се најудаљенији види као тамни објекат. Видно поље је само 0.14 светлосних година у пречнику. Фотографија је снимљена 29. децембра 1993. помоћу ХСТ-ове камере широког поља и планетарне камере 2. Заслуге: Универзитет С.Р. О'Делл/Рисе; НАСА.

Извори: Чланци у Википедији о наведеним објектима, а читаоцу се посебно препоручује занимљив и врло читљив чланак: *The distance to the Orion Nebula*, К. М. Menten, М. Ј. Reid, Ј. Forbrich, А. Brunthaler, *Astronomy and Astrophysics*, 474, 515–520 (2007).

ПОМРАЧЕЊА, КОНЈУНКЦИЈЕ ПЛАНЕТА И ГОДИШЊА ДОБА 2022.

Милан С. Димитријевић

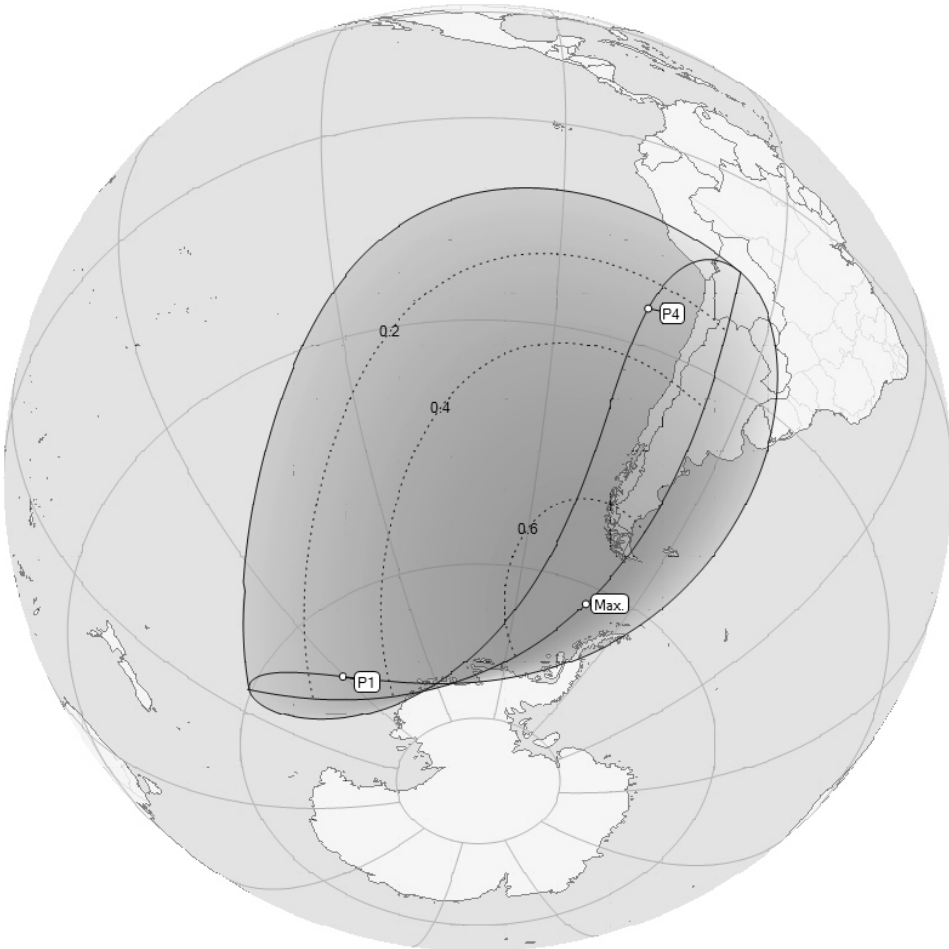
(Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд)

1. ПОМРАЧЕЊА СУНЦА И МЕСЕЦА У 2022.

Током 2022. године догодиће се два помрачења Сунца и два Месеца:

- делимично помрачење Сунца 30. априла;
- потпуно помрачење Месеца 16. маја;
- делимично помрачење Сунца 25. октобра;

- потпуно помрачење Месеца 7-8. новембра.
Делимично помрачење Сунца од 30. априла неће моћи да се посматра из Србије и Европе. Видеће се на југу Јужне Америке, и деловима Антарктика, Пацифика и Атлантског океана.

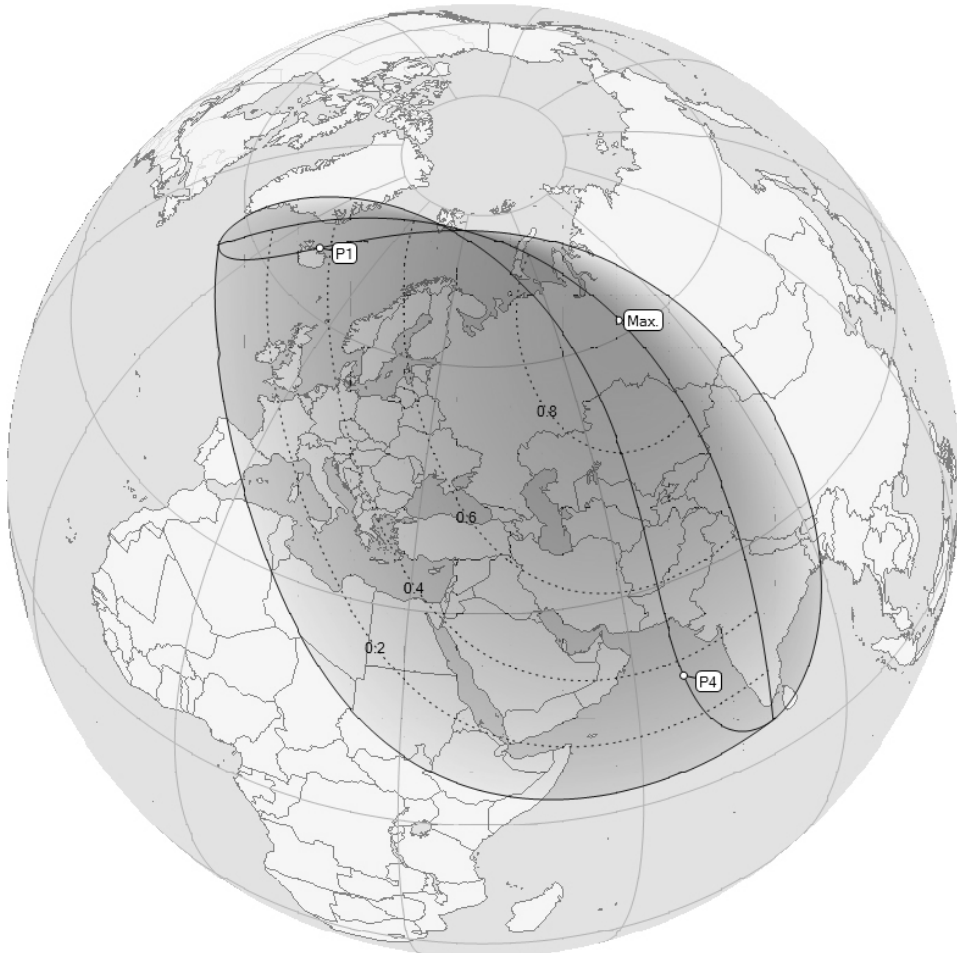


Слика 1: Делимично помрачење Сунца 30. априла 2022.

Потпуно помрачење Месеца 16. маја 2022, видеће се у источним деловима Северне Америке, целој јужној Америци, деловима Атлантског и Тихог океана и Антарктика. У Европи и Африци моћи ће да се посматра као делимично. Месец ће ући у земљину полусенку у 01:32:05 UTC; делимично помрачење почиње у 02:27:52, потпуно у 03:29:03; максимум је у 04:11:28; потпуно се завршава у 04:53:55; делимично у 05:55:07, а Месец излази из земљине полусенке у 06:50:49.

У Србији и Републици Српској, Месец ће ући у Земљину полусенку у 03:32:05, а

делимично помрачење ће почети у 04:27:52. Део Месеца, који улази у Земљину сенку, постајаће црвенкаст а пратиоц наше планете биће близу хоризонта у правцу запад-југозапад. Трајање помрачења биће од 1:33:43 у Вршцу, где се налази Астрономска секција Природњачког друштва "Геа" до 1:40:19 у Гложану, где је Опсерваторија Јарослава Францистија и 01:53 у Требињу (Требињско астрономско удружење), односно 1:38:05 у Београду.



Слика 2: Делимично помрачење Сунца 25. октобра 2022.

Величина помрачења варираће од 0.5761 у Вршцу, 0.6236 у Суботици, Београду, Нишу и Лесковцу, до 0.6848 у Гложану, 0.866 у Бањој Луци и 0.8831 у Требињу. Локални максимум ће бити када Месец већ буде такорећи на хоризонту. У Вршцу у 05:02:18 (заћи ће у 05:05:48), у Београду у 05:05:12 (залази у 05:10:10), Гложану у 05:08:58 (залази у 05:12:24), Бањој Луци у 05:20:22 (залази у 05:23:41) и Требињу у 05:21:27 (залази у 05:24:57).

Делимично помрачење Сунца одиграће се у уторак 25. октобра 2022. Видеће се на истоку Гренланда, Исланду, скоро целој Европи, Тунису, Либији, Судану, Етиопији, на рогу Африке, Блиском и Средњем истоку, Арабијском полуострву, Индији, западној Кини и на западу Монголије. Најбоље ће се видети у централним деловима Русије и Казахстану, где ће величина помрачења бити већа од 0.6. Парцијално помрачење ће почети 25. октобра у 08:58:21 UTC, максимум величине 0.8619 биће у 11:00:16, а на последњем месту са кога се може видети завршиће се у 13:02:11.

Ова појава моћи ће да се посматра у целој Србији и Републици Српској. У Суботици ће почети у 11:20:02 CEST (Central European Summer Time = UTC + 2), максимум ће бити у 12:27:20 а завршиће се у 13:35:17. Величина ће му бити 0.438. У Новом Саду ће почети у 11:21:21, максимум величине 0.422 ће бити у 12:28:31, а завршиће се у 13:36:17. У Гложану, почеће у 11:21:11, максимум (0.4186) ће бити у 12:28:06, а завршиће се у 13:35:40. У Вршцу, почеће у 11:22:20, максимум (0.44) ће бити у 12:30:44, а завршиће се у 13:39:31. У Београду, почеће у 11:22:19, максимум (0.4246) ће бити у 12:29:53, а завршиће се у 13:37:57. У Крагу-

јевцу, почеће у 11:23:48, максимум (0.4201) ће бити у 12:31:30, а завршиће се у 13:39:35. У Крушевцу, где се налази Астрономско друштво "Еурека", почеће у 11:24:42, максимум (0.4202) ће бити у 12:32:37, а завршиће се у 13:40:51. У Нишу, где се налази Астрономско друштво "Алфа", почеће у 11:25:26, максимум (0.4245) ће бити у 12:33:45, а завршиће се у 13:42:18. На Видојевици, почеће у 11:25:32, максимум (0.4174) ће бити у 12:39:29, а завршиће се у 13:41:42. У Лесковцу, почеће у 11:25:59, максимум (0.4209) ће бити у 12:34:14, а завршиће се у 13:42:41. У Бањој Луци, почеће у 11:20:57, максимум (0.3786) ће бити у 12:25:20, а завршиће се у 13:30:37. У Источном Новом Сарајеву, почеће у 11:22:59, максимум (0.382) ће бити у 12:28:08, а завршиће се у 13:34:01. И на крају у Требињу, где се налази Требињско астрономско удружење, почеће у 11:22:59, максимум (0.382) ће бити у 12:28:08, а завршиће се у 13:34:01.

Потпуно помрачење Месеца које ће се догодити у уторак 8. новембра 2022, видеће се на Далеком истоку Сибира, Аљасци, западним деловима Канаде и САД, Јапану, Новом Зеланду и на Тихом океану. Као делимично, моћи ће да се посматра у северној и источној Европи, Азији, Аустралији, Северној и у већем делу Јужне Америке, на Пацифику, Атлантику и Индијском океану, као и на Арктику и Антарктику. Из Србије се неће видети. Месец ће ући у земљину полусенку у 08:02:15 UTC; делимично помрачење почиње у 09:09:12, потпуно у 10:16:39; максимум је у 10:59:11; потпуно се завршава у 11:41:36; делимично у 12:49:03, а Месец излази из земљине полусенке у 13:56:09, што је и крај ове небеске појаве.

2. КОНЈУНКЦИЈЕ У 2022.

Значајније конјункције планета, међусобно и са Месецом, које ће се догодити током 2022. године дате су у табели, а оне између планета, које ће се видети из Београда детаљније су описане.

Табела 1. Конјункције планета и Месеца у 2022. години. Масним словима су означене оне које ће се видети из Београда у вечерњим сатима а масно и курзивом оне које могу да се посматрају само иза поноћи.

Датум	Објекат 1	Објекат 2	Угаоно растојање
04 Јан 2022 02:22 CET	Месец	Меркур	3°07'
04 Јан 2022 17:47 CET	Месец	Сатурн	4°11'
06 Јан 2022 01:11 CET	Месец	Јупитер	4°27'
29 Јан 2022 16:04 CET	Месец	Марс	2°24'
31 Јан 2022 01:20 CET	Месец	Меркур	7°34'
02 Феб 2022 22:10 CET	Месец	Јупитер	4°19'
13 Феб 2022 03:38 CET	Венера	Марс	6°34'
27 Феб 2022 07:30 CET	Месец	Венера	8°44'
27 Феб 2022 09:59 CET	Месец	Марс	3°31'
28 Феб 2022 21:06 CET	Месец	Меркур	3°43'
01 Мар 2022 00:46 CET	Месец	Сатурн	4°17'
02 Мар 2022 13:34 CET	Меркур	Сатурн	0°41'
12 Мар 2022 14:13 CET	Венера	Марс	3°59'
28 Мар 2022 04:54 CEST	Месец	Марс	4°06'
28 Мар 2022 11:50 CEST	Месец	Венера	6°40'
28 Мар 2022 13:42 CEST	Месец	Сатурн	4°25'
29 Мар 2022 15:07 CEST	Венера	Сатурн	2°09'
30 Мар 2022 16:36 CEST	Месец	Јупитер	3°55'
05 Апр 2022 00:05 CEST	Сатурн	Марс	0°19'
12 Апр 2022 22:03 CEST	Јупитер	Нептун	0°06'
18 Апр 2022 15:47 CEST	Меркур	Уран	2°08'
24 Апр 2022 22:55 CEST	Месец	Сатурн	4°30'
26 Апр 2022 00:05 CEST	Месец	Марс	3°54'
27 Апр 2022 03:51 CEST	Месец	Венера	3°47'
27 Апр 2022 10:26 CEST	Месец	Јупитер	3°38'
27 Апр 2022 21:07 CEST	Венера	Нептун	0°00'
30 Апр 2022 20:42 CEST	Венера	Јупитер	0°14'
02 Мај 2022 16:17 CEST	Месец	Меркур	1°50'
18 Мај 2022 01:07 CEST	Марс	Нептун	0°34'
22 Мај 2022 06:43 CEST	Месец	Сатурн	4°27'
24 Мај 2022 21:23 CEST	Месец	Марс	2°46'
25 Мај 2022 02:02 CEST	Месец	Јупитер	3°14'
27 Мај 2022 04:51 CEST	Месец	Венера	0°12'
29 Мај 2022 02:03 CEST	Јупитер	Марс	0°38'
11 Јун 2022 15:14 CEST	Венера	Уран	1°36'
18 Јун 2022 14:22 CEST	Месец	Сатурн	4°16'
21 Јун 2022 15:35 CEST	Месец	Јупитер	2°44'
22 Јун 2022 20:15 CEST	Месец	Марс	0°56'
26 Јун 2022 10:11 CEST	Месец	Венера	2°41'
27 Јун 2022 10:20 CEST	Месец	Меркур	3°56'
15 Јул 2022 22:16 CEST	Месец	Сатурн	4°02'
19 Јул 2022 02:59 CEST	Месец	Јупитер	2°13'

21 Јул 2022 18:46 CEST	Месец	Марс	1°03'
26 Јул 2022 16:12 CEST	Месец	Венера	4°10'
29 Јул 2022 23:08 CEST	Месец	Меркур	3°35'
01 Авг 2022 11:22 CEST	Марс	Уран	1°22'
12 Авг 2022 05:55 CEST	Месец	Сатурн	3°54'
15 Авг 2022 11:41 CEST	Месец	Јупитер	1°51'
19 Авг 2022 14:17 CEST	Месец	Марс	2°41'
25 Авг 2022 22:58 CEST	Месец	Венера	4°17'
29 Авг 2022 12:51 CEST	Месец	Меркур	6°38'
08 Сеп 2022 12:31 CEST	Месец	Сатурн	3°56'
11 Сеп 2022 17:16 CEST	Месец	Јупитер	1°48'
17 Сеп 2022 03:43 CEST	Месец	Марс	3°36'
05 Окт 2022 17:51 CEST	Месец	Сатурн	4°04'
08 Окт 2022 20:11 CEST	Месец	Јупитер	2°03'
15 Окт 2022 06:31 CEST	Месец	Марс	3°37'
01 Нов 2022 22:08 CET	Месец	Сатурн	4°11'
04 Нов 2022 21:23 CET	Месец	Јупитер	2°23'
11 Нов 2022 14:46 CET	Месец	Марс	2°27'
29 Нов 2022 05:40 CET	Месец	Сатурн	4°09'
02 Дец 2022 01:56 CET	Месец	Јупитер	2°30'
08 Дец 2022 05:24 CET	Месец	Марс	0°32'
24 Дец 2022 12:29 CET	Месец	Венера	3°28'
24 Дец 2022 19:31 CET	Месец	Меркур	3°45'
26 Дец 2022 17:11 CET	Месец	Сатурн	4°00'
29 Дец 2022 10:21 CET	Венера	Меркур	1°24'
29 Дец 2022 11:33 CET	Месец	Јупитер	2°18'

Конјункција Венере и Марса догодиће се у недељу 13. фебруара са најближим прилазом у 03:38 CET (Central European Time - средњеевропско време, што је 2:28 UTC). Обе планете имаће исту ректасцензију а Венера ће проћи 6°34' северно од Марса. Из Београда, пар ће бити видљив на небу у зору. Планете ће изаћи у 04:44 – 1 сат и 57 минута пре Сунца – и достићи висину од 11° изнад југоисточног хоризонта пре него што нестану на јутарњем небу. Венера ће имати привидну величину - 4,6, а Марс 1,3, а обе планете биће у сазвежђу Стрелца. Пар ће бити видљив голим оком.

Конјункција ове две планете догодиће се поново у суботу 12. марта са најближим прилазом у 14:13. Венера и Марс имаће исту ректасцензију, при чему ће Венера проћи 3°59' северно од Марса. Из Београда, пар ће бити видљив на јутарњем небу. Изаћи ће у 04:09 CET – 1 сат и 49 минута пре Сунца – и

достићи висину од 11° изнад југоисточног хоризонта пре него што ће нестати из видокруга, када зора сване око 05:38. Венера ће имати привидну величину -4,5, а Марс 1,2, обе планете у сазвежђу Јарца. Пар ће бити видљив голим оком или кроз двоглед.

У уторак 29. марта доћи ће до конјункције Венере и Сатурна са најближим прилазом у 15:07 CEST (13:07 UTC). Оба небеска тела имаће исту ректасцензију, при чему ће Венера проћи 2°09' северно од Сатурна. Из Београда, пар ће бити видљив на јутарњем небу. Планете ће изаћи у 04:49 – 1 сат и 36 минута пре Сунца – и достићи висину од 11° изнад југоисточног хоризонта пре него што ће нестати, када сване око 06:05. Венера ће имати привидну величину -4,3, а Сатурн 0,7; обе планете биће у сазвежђу Јарца. Пар ће бити видљив голим оком и кроз двоглед.

У понедељак 18. априла Меркур и Уран

ће имати исту ректасцензију, при чему ће Меркур бити $2^{\circ}08'$ северно од Урана у 15:47. Из Београда, биће тешко посматрати ову конјункцију, пошто ће пар бити највише 9° изнад хоризонта. Постаће видљив око 19:44, 9° изнад западног хоризонта, док сумрак прелази у мрак. Затим ће се спуштати према хоризонту, залазећи 1 сат и 17 минута након Сунца у 20:45. Меркур ће имати привидну величину $-1,0$, а Уран 5,9; оба небеска тела биће у сазвежђу Овна. Сусрет Меркура и Урана моћи ће да се посматра кроз двоглед.

У суботу 30. априла, ректасцензија Венере и Јупитера ће бити иста, при чему ће Венера проћи $0^{\circ}14'$ јужно од Јупитера. На најближем растојању ће бити у 20:42 CEST. Из Београда, пар ће бити видљив на јутарњем небу, излазећи у 04:02 – 1 сат и 29 минута пре Сунца – и достићи ће висину од 10° изнад источног хоризонта пре него што нестане из видокруга у зору у 05:11. Венера ће имати привидну величину $-4,1$, а Јупитер $-2,1$, а оба небеска тела биће у сазвежђу Риба. Пар ће бити видљив голим оком и кроз двоглед.

Конјункција Јупитера и Марса одиграће се у недељу 29. маја 2022, са најближим прилазом у 02:03 CEST. Планете ће имати исту ректасцензију а Јупитер ће бити $0^{\circ}38'$ северно од Марса. Из Београда, пар ће бити видљив иза поноћи. Изаћи ће у 02:21 – 2 сата и

34 минута пре Сунца – и достићи висину од 22° изнад југоисточног хоризонта пре него што нестане из видокруга, када сване око 04:35. Јупитер ће имати привидну величину $-2,3$, а Марс $0,7$, а оба ће бити у сазвежђу Риба. Пар ће бити видљив голим оком или кроз двоглед.

Једанаестог јуна Венера и Уран ће имати исту ректасцензију, при чему ће Венера проћи $1^{\circ}36'$ јужно од Урана, када у 15:14 CEST, растојање између две планете буде најмање. Из Београда, пар ће бити видљив на јутарњем небу, изашавши у 03:06 – 1 сат и 44 минута пре Сунца – и достићи висину од 13° изнад источног хоризонта пре него што нестане из видокруга када сване у 04:30. Венера ће имати привидну величину $-3,9$, а Уран 5,9, а пар ће се налазити у сазвежђу Овна. Конјункција се може посматрати помоћу двогледа.

Првог августа Марс и Уран ће имати исту ректасцензију, при чему ће Марс у 11:22 CEST бити на најближем растојању од $1^{\circ}22'$ јужно од Урана. Из Београда, пар ће бити видљив на небу од поноћи, када изађе у 23:50, а достићи ће висину од 49° изнад југоисточног хоризонта пре него што нестане када зора сване око 04:46. Марс ће имати привидну величину $0,2$, а Уран 5,8, а обе планете ће бити у сазвежђу Овна.

Конјункција се може посматрати помоћу двогледа.

3. ГОДИШЊА ДОБА У 2022.

Пролеће почиње у недељу 20. марта у 16 ч 33 м средњоевропског времена (CET = UTC+1) и траје 92 дана 17 ч 40 м.

Лето почиње у уторак 21. јуна у 11 ч 13 м летњег времена (CEST = UTC+2) и траје 93 дана 15 ч 49 м.

Јесен почиње у петак 23. септембра у 3 ч 03 м CEST и траје 89 дана 19 ч 45 м.

Зима почиње у среду 21. децембра у 22 ч 48 м CET и траје 88 дана 23 ч 36 м.

ECLIPSES, CONJUNCTIONS OF PLANETS AND SEASONS IN 2022.

Data for Solar and Lunar eclipses, conjunctions of planets and Moon and beginning and duration of seasons in 2022, are given.

ИЗ ИНОСТРАНСТВА

РЕГИОНАЛНА МИНИ ОЛИМПИЈАДА ИЗ АСТРОНОМИЈЕ И АСТРОФИЗИКЕ 2021.

Регионалну мини олимпијаду из астрономије и астрофизике 2021. године организовала је Мађарска од 27. (петак) до 29. (недеља) августа 2021. године у Баји. Србија је била позвана да се придружи са својим тимом састављеним од пет ученика и два руководиоца. Смештај и исхрану за цео тим је обезбедио организатор. Ми, НАОК, у сарадњи са Министарством за просвету, науку и технолошки развој смо обезбедили превоз и путно осигурање тима (*Дунав осигурање*) као и низ ситница (ручак за цео тим, јер је први

оброк организатор обезбедио тек у петак увече, око 20 ч 27.08, затим вода, ужина за пут и слично). Такође, путне трошкове два ученика из Ниша (Ниш-Београд-Ниш). Исто тако, било је потребно обезбедити лампе/батерије са црвеном светлошћу за ноћно посматрање.

На мини олимпијади је учествовало пет држава: три стандардне већ дужи низ година - Мађарска, Словенија, Хрватска и две позване земље ове године, због повољних финансијских средстава организатора - Србија и Словачка, са укупно 32 такмичара.



Слика 1: Групна фотографија учесника мини олимпијаде у Баји у Мађарској. Друга с десна у првом реду је Соња Видојевић, а трећи Слободан Нинковић.

Србија је пријавила тим у следећем саставу (5 ученика + 2 руководиоца):

- 1) Момчило Тошић (2003), Гимназија "Светозар Марковић", Ниш;
- 2) Ђорђе Милић (2002), Математичка гимназија, Београд;
- 3) Стефан Бранковић (2003), Математичка гимназија, Београд;
- 4) Јован Аризановић (2002), Гимназија "Светозар Марковић", Ниш;
- 5) Катарина Тадић (2002), XIV београдска гимназија, Београд.

Руководиоци:

- 1) др Соња Видојевић;
- 2) др Слободан Нинковић.

Руководиоци су имали обавезу да припреме оригиналне задатке за све делове такмичења: теоријски (2 кратка, један средњи и један дугачак задатак), обрада података (1-2

задатка из различитих области), посматрачки задаци: телескоп, нема звездана карта и планетаријум. Руководиоци свих земаља учесница су били у Научном одбору - бирали су задатке од понуђених из свих земаља, затим, били су чланови тима за прегледање радова ученика

Наши ученици су освојили две сребрне (Ђорђе Милић и Момчило Тошић) и једну бронзану медаљу (Јован Аризановић).

Један од наших ученика, Стефан Бранковић, није приступио такмичењу у планетаријуму јер се није осећао добро, што је штета јер је на осталим деловима такмичења имао лепе резултате и врло лако је могао да дође до бронзане медаље.

Др Соња Видојевић,
председник НАОК

ИЗ НАШЕ ЗЕМЉЕ

ПРОЈЕКАТ „ДАН АСТРОНОМИЈЕ У ШКОЛАМА БАНАТА“

Милан С. Димитријевић
(Астрономска опсерваторија, Београд)

На конкурс, који је Центар за промоцију науке расписао у пролеће 2020. године, прихваћен је пројекат "Дан астрономије у школама Баната". Вођа пројекта био је Владимир Срећковић из Института за физику а учесници Петар Вуца, пензионер из Кикинде, Јован Алексић, на докторским студијама на астрономији и Милан С. Димитријевић, пензионер Астрономске опсерваторије у Београду.

То је нека врста наставка пројекта "Популаризација астрономије у образовно-просветним установама и школама", које је Друштво астронома Србије добијало 2010, 2011, 2012. и 2013. године, када се Дан астрономије организовао као једно или више предавања и посебно пројекције у покретном планетаријуму. Највише смо организовали оваква догађања у Банату. Посетили смо: *Руско Село, Банатско Карађорђево, Сутјеска, Сечањ, Мокрин, Војвода Степа, Српска Црња,*

Меленци, Елемир, Фаркашдин, Сајан, Перлез, Банатска Топола, Наково, Итебеј, Бочар, Башаид, Остојићево, Ново Милошево, Нови Кнежевац, Панчево и Вршац (Димитријевић, 2014, 2016).

У оквиру рада на Пројекту одржали смо предавања из астрономије у дванаест банатских села и варошица. Програм се састојао из два дела. У првом су ученицима представљени српски великани: Руђер Бошковић, Михајло Пупин, Никола Тесла, Милева Марић и Милутин Миланковић. У другом делу под називом "Шетња по Сунчевом систему и изван њега", ученицима су приказане планете Сунчевог система, наша знања о њима и космичке мисије које су их посетиле, затим, патуљасте планете и мале планете или астероиди, као и остали објекти у Сунчевом систему. Затим је представљено откриће планета изван Сунчевог система, данашња сазнања о њима и потрага за

животом. На крају су разматране будуће космичке мисије чији је циљ потрага за екстра-соларним планетама и за животом на њима.



Слика 1: Милан С. Димитријевић држи предавање у Основној школи "Доситеј Обрадовић" у Бочару, 17. септембра 2021.



Слика 2: Петар Вуца држи предавање у Основној школи "Доситеј Обрадовић" у Бочару, 17. септембра 2021.

На предавањима су обично били ученици седмог и осмог разреда а на појединим местима смо држали одвојено предавања за старије и млађе разреде. Због ситуације са пандемијом није се ишло на превелике групе ученика, тако да их је обично било око 30.



Слика 3: Петар Вуца држи предавање о српским научницима у Основној школи "Милоје Чиплић" у Врањеви (Нови Бечеј), 6. октобра 2021.

Највише је било у Сечњу, где је догађај организован у великој сали Дома културе, тако да су били присутни ученици ОШ "Алекса Шантић", гимназије "Вук Караџић" и ђаци из Републике Српске (Билећа, Невесиње), који су били овде у гостима. Предавачи су били Милан С. Димитријевић и Петар Вуца, а организацијом се бавио Владимир Срећковић.

Због епидемије ковид 19, није било активности у 2020.

Активности остварене током реализације пројекта у 2021. години су:

1. 16. септембар, четвртак, РУСКО СЕЛО, ОШ "Глигорије Попов".

2. 17. септембар, петак, БОЧАР, ОШ "Доситеј Обрадовић". Одржана два посебна предавања за старије ученике, а након тога два за млађе.

3. 6. октобар, среда, ВРАЊЕВО (НОВИ БЕЧЕЈ), ОШ "Јосиф Маринковић".

4. 6. октобар, среда, НОВИ БЕЧЕЈ, ОШ "Милоје Чиплић".

5. 7. октобар, четвртак, БАНАТСКО ВЕЛИКО СЕЛО, ОШ "Славко Родић".

6. 7. октобар, четвртак, БАНАТСКА ТОПОЛА, ОШ "Братство-јединство".

7. 8. октобар, петак, СРПСКА ЦРЊА, ОШ "Ђура Јакшић".

8. 20. октобар, среда, КУМАНЕ, ОШ "Милан Станчић Уча".

9. 20. октобар, среда, БАШАИД, ОШ "Први октобар".

10. 21. октобар, четвртак, НАКОВО, ОШ "Петар Кочић".

11. 5. новембар, СЕЧАЊ, Дом културе.

12. 24. новембар, среда, ИЂОШ, ОШ "Миливој Оморац.



Слика 4: Милан С. Димитријевић држи предавање о планетама Сунчевог система у Основној школи "Милоје Чиплић" у Врањеви (Нови Бечеј), 6. октобра 2021.

Предавања смо држали у срединама где су сазнања о астрономији веома оскудна, где деца немају прилику да од компетентних стручњака сазнају више о модерним астрономским достигнућима и великанима наше науке.

Трудили смо се да ученицима прикажемо разлику између научног и квази-научног погледа на свет и да никакав "астролошки" утицај планета не постоји. Свугде смо били лепо примљени и ученици су нас веома пажљиво слушали постављајући и питања не само о темама о којима смо разговарали већ и шире. Захвални смо Центру за промоцију науке који нам је омогућио да у банатским селима и варошицама популарисамо астрономска знања и научни поглед на свет.

Литература

Димитријевић Милан С.: 2014, Друштво астронома Србије 2008-2011 Зборник радова конференције „Развој астрономије код Срба VII“, Београд, 18-22. април, 2012, ур. М.С. Димитријевић, *Публ. Астр. друш. „Руђер Бошковић“*, **13**, 421-442;

Димитријевић Милан С.: 2016, Друштво астронома Србије 2012-2014 Зборник радова конференције „Развој астрономије код Срба VIII“, Београд, 22-26. април, 2014, ур. М.С. Димитријевић, *Публ. Астр. друш. „Руђер Бошковић“*, **16**, 137-157.

PROJECT “DAY OF ASTRONOMY IN THE SCHOOLS OF BANAT”

The project “Day of astronomy in the schools of Banat” proposed by Vladimir Srećković (leader), Milan S. Dimitrijević, Petar Vuca and Jovan Aleksić, has been accepted by the Center for the Promotion of Science (CPN) in the spring of 2020. Since due to Covid-19 pandemic it was not possible to work on it in 2020, it is realised in 2021. Here, this project and corresponding activities are described.



Слика 5: Плакат за предавања у Сечњу, 5. новембра 2021.

најбрже олује у сунчевом систему на планети Нептун са брзином преко 2000 километара на час, или то да је *Војаџер 1* у моменту писања овог текста удаљен преко 23 милијарди километара од Земље и да се тренутно налази у међузвезданом простору?

Уколико желите да сазнате више о овим занимљивим темама, запратите овај јутјуб канал - *Гравитациони маневар* на адреси: www.youtube.com/Gravitacionimanevar.

Јован Алексић

ИЗ ДРУШТВА

ДАН НАУКЕ - ДОДЕЛА ПРИЗНАЊА ЦЕНТРА ЗА ПРОМОЦИЈУ НАУКЕ

Центар за промоцију науке сваке године расписује Јавни позив за подношење пријаве за финансијску подршку пројектима промоције и популаризације науке. На овај позив могу да се пријаве заинтересована физичка и правна лица који желе да реализују своје пројекте – удружења, организације, школе.

Циљ свега овога је ширење научне културе, тј. приближавање науке најширем слоју грађанства.

Астрономско друштво "Руђер Бошковић" сваке године учествује на овом конкурс подношењем пријаве за финансијску подршку за

летњу школу или курс астрономије. Захваљујући помоћи ЦПН, многе од ових активности су и реализоване.

Као и до сада, и ове године је наше друштво учествовало на конкурс. Међутим, због актуелне ситуације и несигурне остваривости, уместо традиционалне летње школе, овог пута је пријављен курс. Пројекат *Школа астрономије за почетнике 2021.* ће се реализовати у облику курса, почеће на јесен, а одржаће се у просторијама нашег Друштва. Садржаће теоријски и практични део и биће бесплатна за полазнике.



Слика 1: Учесници на додели признања ЦПН. Осми с десна, у првом реду, Јован Алексић са признањем додељеним АДРБ у рукама.

Десетог јула, који се обележава као национални Дан науке, Центар за промоцију науке организује доделу признања препознатим научним комуникаторима чији су пројекти подржани на последњем позиву. Тако су и ове године, 10. јула, у свечаној сали Ректората Универзитета у Београду додељена признања појединцима и институцијама за чије пројекте је одобрена финансијска подршка на конкурс у који ће бити реализовани током 2021. године.

Сам догађај се састојао из 3 целине. У првом делу су се присутнима обратили Тања Аднађевић, руководилац Сектора за програмске активности ЦПН, Иванка Поповић, ректорка Универзитета у Београду, Марина Соковић, помоћница министра просвете, науке и технолошког развоја и Марко Крстић, в.д. директора ЦПН. Сви они су нагласили важност промоције науке, у циљу подизања нивоа научне писмености. Након њиховог обраћања, уследио је главни део – додела признања. Астрономском друштву "Руђер Бошковић" је додељено признање за унапређење промоције и популаризације науке за пројекат *Школа астрономије за почетнике 2021*. У име Друштва, догађају је присуствовао наш члан Јован Алексић, који је и примио признање. По

завршетку церемоније, трећи део је био предвиђен за коктел. Но, иако неформалан, овај део је подједнако важан јер се управо у неформалним разговорима остварују нови контакти, рађају нове идеје и договарају будуће активности.

Осим нашег друштва, признања за активности из домена астрономије добили су још и Астрономско друштво "Аристарх" (за пројекте *Астрономски селфи* и *Осунчајте се науком*), Астрономско удружење "Еурека" (за пројекат *Онлајн занимљива астрономија – наставак*), удружење "Радио Галаксија" (за пројекат *Како се постаје астрофизичар?*) као и још неколико пројеката који ће се реализовати у научним клубовима широм Србије. Такође, треба споменути да међу одобреним пројектима има и знатан број оних из домена физике, као и других сродних области.

Једно је сигурно – очекује нас период богат програмима, не само из астрономије, већ и из других области. Радује чињеница да постоји оваква подршка захваљујући којој се остварује главни циљ - подизање нивоа научне писмености, чиме дугорочно постајемо боље друштво.

Јован Алексић

ЧЛАНОВИ АДРБ О СВЕМИРСКИМ ЛЕТОВИМА

Године 1961, совјетски космонаут Јуриј Гагарин постао је први човек који се отиснуо у свемир. Његов лет, као и безбедан повратак на земљу био је спектакл планетарних размера, а свакако и тријумф науке и технологије. Ове године, 2021, навршило се пуних 60 година од овог значајног догађаја.

За ову прилику, чланови нашег Друштва Јован Алексић и Александар Оташевић су гостовали у ТВ емисији "Одмотавање" која је емитована на Телевизији *Вести*, 13. априла. Уредник и водитељ емисије је Јован Палавестра, а осим Алексића и Оташевића који су гостовали у студију, преко видео-линка се из Аустралије укључио и Грујица Ивановић,

аутор књиге "Космички времеплов". Емисија је трајала пуних сат времена током којег су саговорници разговарали о Гагариновом историјском лету, али и другим подухватима које су се од тада догодиле на пољу космичких истраживања и освајања свемира.

Обзиром да је "Одмотавање" емисија чије су теме углавном из домена друштвено-политичког живота, позив уредника Палавестре нашим члановима за гостовање представља част, јер показује да је и лет у свемир тема која је интересантна гледаоцима.

Јован Алексић



Слика 1: Александар Оташевић током гостовања у емисији.



Слика 2: Јован Алексић током гостовања у емисији.



Слика 3: *Атмосфера у студију током емисије.*

ОДЛАЗАК АЛЕКСАНДРА ОТАШЕВИЋА СА НАРОДНЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ

Због великих неприлика које је изазвала пандемија вируса корона 31. октобра 2020. астрофизичар Александар Оташевић, предавач у Планетаријуму нашег друштва, отац троје деце, запослио се са пуним радним временом у предузећу “Про ТЕНТ” из Обреновца. При

томе је искористио законску могућност да остане у Друштву са 1/3 радног времена. Нажалост и овај ангажман је прекинут због исељавања у Норвешку. Физички нас је напустио, тј. када је отпутовао са породицом, 21. септембра, 2021. године.



Слика. 1: *С лева – др Миодраг Дачић, Александар Оташевић са ћерком Даницом и Милан Јеличић, испред улаза у Народну опсерваторију 11. септембра 2021. Интересантно је да ћерка са именом Даница имају и М. Дачић и М. Јеличић.*



Слика 2: *Поларна светлост из Оташевићевог новог боравишта. Снимак је начињен камером на мобилном телефону, у условима слабе осветљености. Тренутак снимања је 23:22 СЕВ, датум 9. XI 2021. Координате места снимка: $\varphi = 68^{\circ} 42'$, $\lambda = 17^{\circ} 32'$, $H = 80$ m. Смер ка југоистоку. Место снимања је насеље Оштејн (Årstein) у северној Норвешкој, око 30 km северно од Нарвика. На снимку је Новак Оташевић, а снимила је Хелена Оташевић.*

Одлазак Александра Оташевића је велика штета за наше Друштво и велики грех оног ширег које се пише са малим словом. Напустио нас је одличан предавач Курса астрономије за почетнике и организатор летњих школа астрономије и других активности. Бојим се да ће мој сан о богато опремљеном уџбенику Курса, на рецимо 600 страница, који ће финансирати шири заједница, остати неостварен. У питању је тридесетак лекција које је Александар Оташевић језички избрусио и богато илустровао током двадесетогодишњег рада. Наравно да бих више волео да ради на тој књизи него да учи норвешки језик.

Нажалост, одлазак техничког уредника ВАСИОНЕ Александра Оташевића је пореметио ритам излагања нашег часописа. Захваљујемо Милану Вулетићу, бившем члану Уређивачког одбора, што је на његов предлог решење нађено у Бобану Кнежевићу, нашем истакнутом писцу научне фантастике.

Користимо прилику да у име Друштва захвалимо др Слободану Нинковићу, научном саветнику што је промптно у ери пандемије вируса корона на себе преузео држање 32 предавања Школе астрономије за почетнике (100. курса астрономије за почетнике).

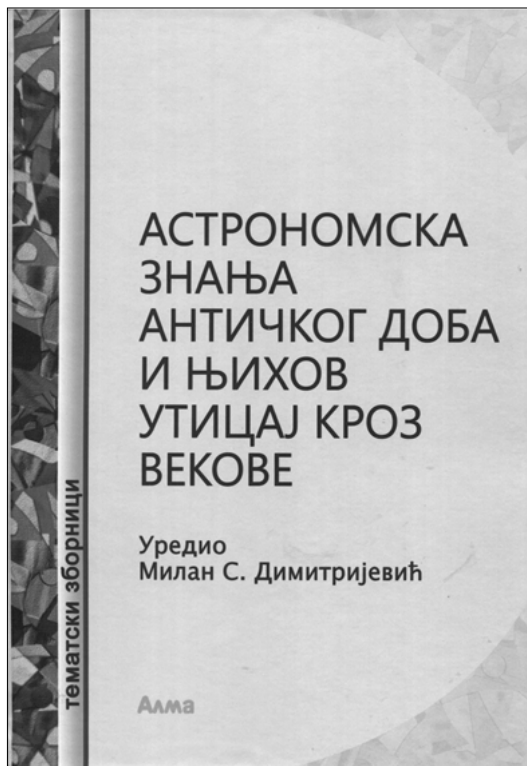
Милан Јеличић

НОВЕ КЊИГЕ

АСТРОНОМСКА ЗНАЊА АНТИЧКОГ ДОБА И ЊИХОВ УТИЦАЈ КРОЗ ВЕКОВЕ

Обимно дело *Астрономска знања античког доба и њихов утицај кроз векове*,¹ М. С. Димитријевић је врло скромно, чак и прескромно, потписао са *уредио/приредио*. Међутим он је много и неупоредиво више од тога. Пре свега, иницирао је и конципирао целину књиге, у којој су текстови углавном претходно публиковани у зборницима Конференције „Развој астрономије код Срба“. Потом, написао је обухватан текст *Астрономија античког доба*, који представља неку врсту креативног пролога за већину наведених коауторских текстова, где се углавном потписивао као последњи међу судеоницима у стварању овог, унеколико капиталног дела, које је недостајало нашој науци. С пуно права, могао је ову књигу да потпише својим пуним именом и презименом, и евентуално да дода још једног од чешће присутних коаутора (Евстратије Теодосиу) као што многи у свету раде; али Миланова иницијативност и скромност, у овом случају - врхуне.

Гледано у целини, књига има неколико основних делова. Поменимо узгред врло подстицајан и инспиративан текст Милорада Стојића, који стоји као предговор, што садржи и продубљена сагледавања и красне илустрације, уводећи читаоца у прапочетке астрономских знања. На почетку предговора се дословце истиче да текстови у овој књизи „пружају обиље података о астрономији грчког и римског света и о њиховом значају у каснијем



Слика 1: Предња корица књиге *Астрономска знања античког доба и њихов утицај кроз векове* Милана С. Димитријевића.

развоју те науке“.² Овај свестрано информативни текст, публикован уместо пролога, -

¹ *Астрономска знања античког доба и њихов утицај кроз векове*, уредио /приредио Милан С. Димитријевић, Алма, Фондација Николе Цветковића, Друштво за археоастрономска и етноастрономска истраживања „Влашићи“, Београд, 2019.

² Милорад Стојић, *Почеци истраживања астрономских знања праисторијских заједница у Србији*, у *Астрономска знања античког доба...*, Алма, Фондација Николе Цветковића, Друштво за археоастрономска и етноастрономска истраживања „Влашићи“, Београд, 2019, стр. 5.

заједно са осталим деловима књиге нуди обиље сваковрсних података о астрономији грчког и римског раздобља и њиховог утицаја на потоњи развој науке. Ту се разложно напомиње да су антички Грци доста тога преузели од астрономских сазнања из старог Египта, Асирије, Вавилоније, и неких блискоисточних држава, па чак можда и из Индије. Стојић после краје уводне напомене посебну пажњу посвећује Лепенском Виру из периода приближно 6200 до 5700. године пре наше ере. Овај одељак књиге прате одабране илустрације. А други део уводне студије посвећен је Белици, локалитету Појате - Појила, нешто млађег раздобља, приближно 5800. до 5600. године пре наше ере.

Уводни текст Милорада Стојића са преосталим деловима књиге, који разматрају и астрономију византијског периода, као и прилоге о древној српској астрономији, складно заокружује целину, па је мајсторски одабран за ову прилику.

Највреднији текст у целини књиге представља студиозно разматрање астрономије античког доба, ауторски текст Милана С. Димитријевића, који захвата тридесетак страница, са врло обимном и разноликом литературом, како на српском језику тако и са изворима из опсежне иностране литературе. Овај драгоцени прилог даје основни тон даљим разматрањима углавном коауторске природе и чини част целини овог изузетног дела. При том, Димитријевић полази од Орфичких химни, преко марљивог проучавања Хомерове *Илијаде* и *Одисеје*, те преко познијих писаца: Талеса из Милета, Питагоре и других, уз бројне изворе који су аутентично презентовани. Овде је посебно вредно помена обраћање пажње Екфанту из Сиракузе, Пармениду, Анаксагори из Клазомене, као и Емпедоклу, Хипократу са Хиоса до Платона, и Аристотела што у извесном смислу представља својеврсни пролог за даља студијска разматрања неколицине врлих аутора и добрих познаваоца астрономије античког раздобља.

Ова обухватна књига састоји се из три основне целине.

САДРЖАЈ

Милорад Стојић: ПОЧЕЦИ ИСТРАЖИВАЊА АСТРОНОМСКИХ ЗНАЊА ПРАИСТОРИЈСКИХ ЗАЈЕДНИЦА У СРБИЈИ (Уместо предговора).....	5
Милан С. Димитријевић: АСТРОНОМИЈА АНТИЧКОГ ДОБА.....	37
Евстратије Теодосију, Василије Н. Манниманис, Петрос 3. Мантаракис, Милан С. Димитријевић: АСТРОНОМИЈА И САЗВЕЖЂА У ХОМЕРОВОЈ ИЛИЈАДИ И ОДИСЕЈИ.....	98
Евстратије Теодосију, Ари Даканалис, Милан С. Димитријевић, Петрос Мантаракис: ХЕЛИОЦЕНТРИЧКИ СИСТЕМ ОД ОРФИЧКИХ ХИМНИ И ПИТАГОРЕЈАЦА ДО ЦАРА ЈУЛИЈАНА АПОСТАТА.....	122
Константин Калаханис, Евстратије Теодосију, Милан С. Димитријевић: АНАКСАГОРА И ЊЕГОВ ДОПРИНОС У АСТРОНОМИЈИ.....	147
Евстратије Теодосију, Василије Н. Манниманис, Милан С. Димитријевић, Петрос 3. Мантаракис: 2011, ГЕА, УРАН, ХЕЛИОС И СЕЛЕНА ТРИ ГЛАВНА НЕБЕСКА ТЕЛА И НЕБО У СТАРОЈ ГРЧКОЈ КОСМОЛОГИЈИ.....	162
Евстратије Теодосију, Василије Н. Манниманис, Милан С. Димитријевић, Петрос 3. Мантаракис: СИРИЈУС У СТАРОЈ ГРЧКОЈ И РИМСКОЈ ЛИТЕРАТУРИ ОД ОРФИЧКЕ АРХОНАУТИКЕ ДО АСТРОНОМСКИХ ТАБЛИЦА ГЕОРГИЈА ХРИЗОКОКЕ.....	191
Александра Бајић, Милан С. Димитријевић: АРАТ, ЕУДОКС, СУНЦЕ И ЗВЕЗДЕ - ДЕЛО "ПОЈАВЕ" (PHENOMENA) НА СРПСКОМ ЈЕЗИКУ.....	225
Александра Бајић, Милан С. Димитријевић: ОБИДИЈЕ, FASTI, СУНЦЕ И ЗВЕЗДЕ.....	243
Милан С. Димитријевић: АСТРОЛОГИЈА У АНТИЦИ.....	258
Евстратије Теодосију, Василије Н. Манниманис, Милан С. Димитријевић: АСТРОЛОГИЈА У РАНОМ ВИЗАНТИЈСКОМ ЦАРСТВУ.....	279
Евстратије Теодосију, Василије Н. Манниманис, Емануел Данезис, Милан С. Димитријевић: КОСМОЛОГИЈА ГНОСТИКА.....	309
Евстратије Теодосију, Василије Н. Манниманис, Милан С. Димитријевић: ДОПРИНОС ВИЗАНТИЈЕ ПРИРОДНИМ НАУКАМА; ВИЗАНТИЈСКИ АСТРОНОМИ И НАУЧНИЦИ.....	318
Василије Н. Манниманис, Евстратије Т. Теодосију, Милан С. Димитријевић: 2014, ГЕОГРАФИ РАНОВИЗАНТИЈСКОГ ПЕРИОДА.....	338
Евстратије Т. Теодосију, Василије Н. Манниманис, Милан С. Димитријевић: ДОПРИНОС ВИЗАНТИЈЕ АСТРОНОМИЈИ И КОСМОЛОГИЈИ I: Св. ВАСИЛИЈЕ ВЕЛИКИ, Св. ГЕОРГИЈЕ НАЗИАНЗИН И Св. ЈОВАН ЗЛАТОУСТИ.....	366
Василије Н. Манниманис, Евстратије Т. Теодосију, Милан С. Димитријевић: ДОПРИНОС ВИЗАНТИЈЕ АСТРОНОМИЈИ И КОСМОЛОГИЈИ II: РАНА ВИЗАНТИЈСКА ИМПЕРИЈА.....	389
Емануел Данезис, Евстратије Теодосију, Милан С. Димитријевић: 2007, КОСМОЛОГИЈА У «БЕСДАМА НА ШЕСТОДНЕВ» ВАСИЛИЈА ВЕЛИКОГ И УТИЦАЈ ОВОГ ДЕЛА КОД СРБА.....	422
Константин Калаханис, Евстратије Теодосију, Милан С. Димитријевић: КРИТИКА ЈОВАНА ФИЛОЈОНА АРИСТОТЕЛОВСКОГ ЕТРА И ЊЕГОВИ ПОГЛЕДИ НА КРЕТАЊЕ НЕБЕСКИХ ТЕЛА.....	434
Василије Н. Манниманис, Евстратије Теодосију, Милан С. Димитријевић: 2013, КОЗМА ИНДИКОПОЛОВАЦ.....	449
Евстратије Теодосију, Василије Н. Манниманис, Милан С. Димитријевић, Емануел Данезис: 2007, НАЈВЕЋИ ВИЗАНТИЈСКИ АСТРОНОМ НИТБИФОР ГРИГОРА И СРБИ.....	467
Катја Цветкова, Милош Цветков, Милан С. Димитријевић: ЈОВАН ЕГЗАРХ И ЊЕГОВ ЗНАЧАЈ ЗА ФИЛОСОФИЈУ, НАУКУ И КУЛТУРУ.....	479
Биографије аутора.....	435

Слика 2: Извод из садржаја књиге.

Прву, најцеловитију, представљају разматрања астрономије античког раздобља (до стране 246), са освртом на сазвежђа у Хомеровој *Илијади* и *Одисеји*, што чини се, раније није на адекватан начин уочено. У том контексту посебно је занимљив текст групе аутора који обрађује развој идеје хелиоцентричног система и то од Орфичких химни и Питагорејаца, до цара Јулијана Апостате. После тога, у студиозном захвату, прелази се на Анаксагору и његов стваралачки уплив у области астрономије. У том смислу вредан је -

пажње текст веће групе аутора, што се односи на Геу, Уран, Хелиос и Селену, као и њихов значај у старогрчкој космологији.

У средишњем делу ових разматрања налазе се два занимљива прилога Александре Бајић и Милана С. Димитријевића, проистекла из раније превођених, коментарисаних и студијски разматраних дела, као што су Овидијеве *Фаст* и Аратове *Појаве*; оба публикована у *Зборнику Матице српске за класичне студије*. У ова два прилога аутори, из новог угла и перспективе, приступају сагледавању Сунца, звезда и небеских тела у Аратовим *Појавама*, у до сада првом преводу на српски језик. Они представљају, захваљујући разматрањима Овидијевих астрономско-поетских одредница и студијском виђењу

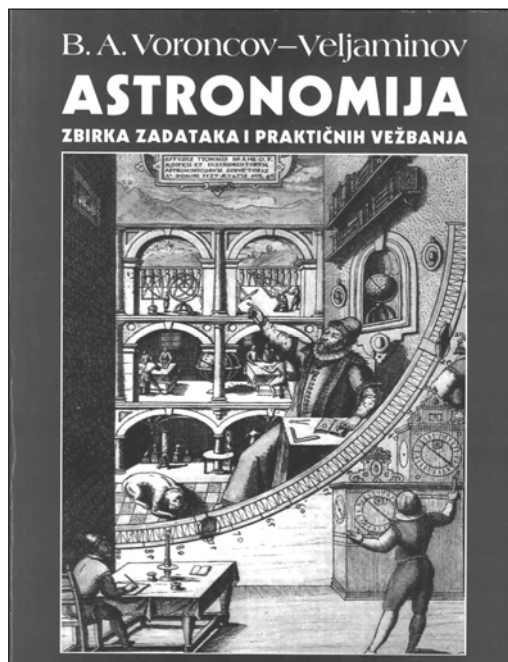
улоге Арата и Еудокса, адекватно сагледавање ових тема, које до сада нису шире разматране.

Другу, већу целину представља астрономија и астрологија византијског доба, која почиње сагледавањем астрологије у антици и раном Византијском царству. Аутори, Евстратије Теодосију, Василије Н. Маниманис и М. С. Димитријевић са пажњом и значајки истражују допринос Византије природним наукама; а ту су забележени и бројни мислиоци и научници. Група око аутора уложила је напор да проучи и истражи географе рановизантијског раздобља. Занимљиво је да је М. С. Димитријевић, захваљујући овом раду, у једном попису на Википедији уврштен и међу географе.

Никола Цветковић

АСТРОНОМИЈА

Збирка задатака и практичних вежбања



Слика 1: *Насловна страна књиге „Астрономија - збирка задатака и практичних вежбања“.*

Недавно, 2017. године, појавила се књига под насловом „Астрономија – збирка задатака и практичних вежбања“.³ Књигу су припремили др Стево Шеган, универзитетски професор, и др Слободан Нинковић. Основу ове књиге чини позната збирка од Б. А. Воронцова-Вељаминова (Воронцов-Вељаминов, наслов оригинала „Сборник задач и практических упражнений по астрономии“). Књига од Шегана и Нинковића није само пуки превод, учињени су одређени напори да се ово важно дело Воронцова-Вељаминова осавремени и тако буде знатно употребљивије за кориснике.

Збирка чији је аутор Воронцов-Вељаминов је добро позната у астрономским круговима код нас, јер су је користиле многе генерације студената ради сопственог усавршавања. У последње време, после 2000. године, интерес за овом збирком се појачава с обзиром на постојање рада са заинтересованим -

³ Воронцов-Вељаминов, Б. А.: 2017, *Астрономија – збирка задатака и практичних вежбања*, Друштво астронома Србије, Београд

средњошколцима, нарочито за астрономска такмичења. Друштво астронома Србије (ДАС) је на себе преузело обавезу да објави на српском језику што више књига посвећених додатној настави из астрономије. О томе је доста писала др Соња Видојевић, садашњи председник Националног астрономског олимпијског комитета, тела ДАС које се бави астрономским такмичењима за ученике средњих школа. С. Видојевић је и сама много урадила да светло дана „угледају“ многа драгоцену издања: „Задаци из астрономије и астрофизике“, „Астрофизички забавник“ и др. Ово је и био разлог због кога су Шеган и Нинковић уложили труд да се појави још једна оваква књига на српском језику. Треба, свакако, поменути и универзитетске уџбенике намењене студентима почетних година студија, који су као такви погодни и за средњошколце; на пр. „Општа астрофизика“ од Мирјане Вукићевић-Карабин и Олге Атанацковић-Вукмановић и „Основи астрономије и астрофизике за студенте физике: I део“ чији су аутори Лука Ч. Поповић и Саша З. Симић.

Књига „Астрономија – збирка ...“ има 216 страница и у меком је повезу. Њена организација прати оригинал, садржи три целине чији су наслови: *Задаци*, *Решења* и *Прилози*. *Задаци* заузимају око 75% књиге. Обухватају све области астрономије, од небеске сфере па до грађе васионе и космо-наутике. Астрономским областима претходи одељак посвећен интерполацији. На почетку сваког одељка налазе се неопходна знања из теорије. Сами задаци су за сваку област подељени у прстенове (у оригиналу се користи назив концентр), где су у првом прстену лакши

задаци. Решења нису детаљна, веома често се даје само крајњи резултат, у одређеним случајевима праћен битним коментарима. Зато *Решења* заузимају само осмину књиге. У делу књиге названом *Прилози* (такође једна осмина књиге) имамо мноштво података и фотографија.

Овако урађена књига пружа могућност самосталног рада. Заинтересовано лице, средњошколац или студент, после стицања неопходних основних знања, што је дато на почетку сваког одељка, кроз решавање приложених задатака може заиста да овлада астрономијом у великој мери, тако што долази до неопходног разумевања природних појава које се налазе у основи изложеног астрономског материјала. ДАС настоји да омогући овим младим астрономима контакт са оним својим члановима који су вољни и расположиви да пруже додатне информације и помогну у решавању евентуалних недоумица. Осим тога, овакве књиге су веома корисне и за аматерска астрономска друштва, којих има не мало у Србији.

Издавач књиге „Астрономија - збирка задатака..“ је Друштво астронома Србије; главни и договорни уредник је Стево Шеган, рецензент проф. др Нада Пејовић, лектуру и коректуру урадио је такође С. Шеган, а чланови Уређивачког одбора су С. Нинковић, С. Видојевић и С. Шеган, Слог је урадио С. Шеган, штампарија и повез припадају предузећу „Тонплус“ из Београда; тираж је 300 примерака.

Слободан Нинковић

АНАЛЕМАТСКИ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ: НАУКА И ЗАБАВА

Управо је изашла из штампе књига Милутина Тадића: Аналематски сунчани часовници: наука и забава, Академска мисао, Београд, 2021. Књига (27 cm) је илустрована и има 91 стр. Текст је штампан двостубачно а тираж је 300 примерака. Књига има библиографију (на 87 стр.) и резиме на руском (Ана-

лематическије солнечные часы: наука и развлечение) и енглеском (Analemmatic sundials: science and entertainment).

Гномон је најстарији и најједноставнији астрономски/научни инструмент па није неоснована тврдња да је први покушај одређивања доба дана помоћу гномона уједно био -



Слика 1: Насловна страна

и први наговештај науке. А први гномон није био штап него сам човек који је стопама мерио дужину сопствене сенке. С развојем гномонике живи гномон је изгубио ту улогу, да би је вратио у новом веку као бацач сенке на аналематским сунчаним часовницима крупног размера који данас красе многе тргове, паркове и школска дворишта. Управо такви часовници тема су ове књиге структуриране у девет поглавља.

У првих шест поглавља објашњени су основни појмови из гномонике, математичке географије, математичке картографије и сферне астрономије, неопходни за разумевање конструкције аналематских сунчаних часовника; посебна пажња је посвећена објашњењу аналеме, као кључног појма који се провлачи кроз целу књигу. Читалац који има предзнање из гномонике може прескочити теоретски део и одмах прећи на VII и VIII поглавље у којима је детаљно, корак по корак, објашњен поступак градње аналематских сунчаних часовника на примерима часовника који постоје у

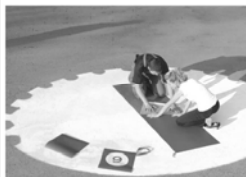
Србији (Шабац, Београд, Нови Сад). У IX поглављу је размотрена употреба аналематског часовника као наставног средства на часовима ван школске учионице, на свим нивоима образовања, са сугестијама шта може наставник рећи својим ученицима окупљеним око аналематског часовника којег су заједнички направили у школском дворишту.

Основни текст је допуњен са четири помоћна текста под заједничким називом „Интермецо”. У Прилозима су као пример дате фотографије десетак аналематских часовника које су направили европски гномоници, као и табеле са конструкционим подацима израчунатим за највеће градове у Србији. Резимеи су дати на руском и енглеском језику, одговарајући су и информативни тако да и они који не знају српски језик уз помоћ илустрација могу разумети садржај књиге.



7. KONSTRUKCIJA DATUMSKE SKALE

Skala analematског часоvника се комплетира са датумском скалом која се ucrtava (urcuje, gravira) на правоугаоној основи ширине не веће од 50 cm и дужине која зависи од географске ширине места и димензија елипе (за $\varphi = 44^\circ$ и $a = 200$ cm, на пример, дужина датумске скале је 124,8 cm).



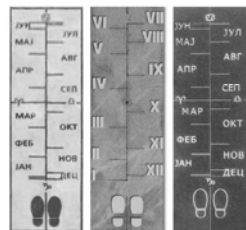
Слика 74. Postavljanje samoplepljivog šablona датумске скале на мале осе аналематске елипе

Centar скале је у центру аналематске елипе; симетрала скале се poklapa се малом, а multi поделјак (ekvinociji), са великом осом елипе. Скала је поделјена на месечна поља, а datum се проценjuje одока: почетком месеца merilac стоји тако да му је „merno” stopalo на почетку, sredinom месеца – на средини, а на kraju месеца – на kraju odgovarajućег датумског поља.

Kada се датумска скала iscrtava директно на podlozi, najbolje је, isto kao и за brojke, да се uradi vektorski nacrt у razmeri 1 : 1 и да се fotokopirnicu да се prema njemu iseku samoplepljivi šablони (sl. 74). За oslikavanje је

najbolje да се koriste не boje за beton, nego akrilne boje за povlačenje linija на putevima jer су trajnije, lako се nanose и brzo suše.

Oslikane скале nisu dugог века, на frekventnim местима, kao što су školska дворишта, nakon две-tri године jedva да се razaznaju. Много су trajnije скале uklesane директно на kamenim podlogama или на zasebnim kamenim (mermernim, granitnim) pločama, или utisnute на livnim metalnim pločama (sl. 77).



Слика 75. Датумска скала ispisana/oslikana директно на betonskoј podlozi (Šabac, 2014) и две kamene table: са reljefnim (Šabac, 2011) и uklesanim sadržajem (Stara Pazova, 2014)

На датумским skalama се обично prikazuju стопе kojima се meriоcu sugerise kako treba stati у odnosu на podnevačku liniju (sl. 75).

Уз датумске skalu у obliku kamene ploče, обично иде brojčanik са brojkama označenim на kamenim postoljima (diskovima, kubovima и sl.), tako да takav analematски časovnik не oslikava, nego sastavlja (sl. 76).

Слика 2: Једна страница из књиге „Аналематски сунчани часовници”

Литература је коректно наведена у самом тексту и на крају рукописа; списак литературе

говори да се књига не појављује одједном, него да је заснована на ранијим ауторовим радовима из области гномонике.

Књига је намењена онима који желе самостално да конструишу скале аналематских часовника, полазећи од једноставне логике да већ имају сенку којој, да би била сврсисходна, само треба подметнути одговарајућу скалу. Сви то могу лако урадити користећи програме са интернета: „унеси географску ширину, унеси географску дужину и часовну зону, унеси величину велике полуосе елипсе” и готово, зачас ће бити израчунати сви елементи и урађени сви нацрти које треба пренети на тло. Они који прочитају ову књигу моћи ће то да ураде користећи формуле, геометријске начине старовековних гномониста или уз помоћ компјутерских програма, свеједно, с том разликом што ће знати како раде и програм и аналематски часовник. При томе треба да имају на уму ауторову напомену:

Када на подлози наслика скале, часовну и датумску, читалац ове књиге, новопечени гномонист, нека не мисли да је направио аналематски сунчани часовник. То може рећи тек када стане на одговарајуће поље

датумске скале и баци сенку јер је аналематски часовник склоп кога чине скала са меривоцем који у спрези са сунцем ствара нематеријални део часовника, сенку-казаљку. Будући да функција живог гномона није ничије занимање нити задужење, мерилац се може окарактерисати као „спољни сарадник” или „аниматор” аналематског сунчаног часовника. Он неће моћи баш тачно одредити колико је сати али ће се зато лепо забавити: давне, 1930. године, професор Војислав В. Мишковић је савремену гномонику назвао научном забавом и у ту дефиницију се савршено уклапа аналематски часовник као часовник-забавник (Тадић, 2021, стр. 88).

Очито да је књига написана на основу искуства у конструкцији аналематских часовника па ће као таква бити користан приручник студентима географије, астрономије, архитектуре и примењене уметности, наставницима егзактних наука у основној и средњој школи, као и свим љубитељима гномонике.

Александар С. Петровић

МАЛО ПОЕЗИЈЕ

НЕБЕСКА ЛИРИКА У ПОЕЗИЈИ НИКОЛЕ ЦВЕТКОВИЋА

Милан С. Димитријевић
(Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060, Београд)

Песма је морал сваког песника.
Сазвежђе речи претвара се у звук.
Музика сфера - небеска слика.
Орфеј је за навек прекинуо мук.

Живети пуним животом, стр. (7)

за Сергија Димитријевића

Никола Цветковић

Никола Цветковић (1939), рођен у сенци лесковачког Хисара, иначе по стваралачком својству: песник, приповедач а има и роман у рукопису, есејиста, критичар, монограф, студијски посленик, путописац, истраживач разноврсне лексичке грађе, фолклориста, биограф, хроничар, публициста и угледни професор на више универзитета; објавио је двадесетак књига које се баве књижевном критичким и уже поетолошким проблемима, те историјом међуратне књижевности, повешћу завичајног Лесковца, Југа Србије и Београдског универзитета. Уз то, публиковао је и више збирки песама различите тематике, укључујући и сонете, у којима је врло присутна, понегде и доминантна, космичка симболика. Када пева о животу, свету, љубави, социјалним темама, преплићу се и прожимају представе астралних простора и васионска онтологија.



Слика 1: Никола Цветковић говори 19. априла 2008, на конференцији "Развој астро-номије код Срба V" у учионици Народне опсерваторије.

Од младалачких дана, поред интимистичке лирике, значајну пажњу посвећује астро-поетици, васионској симболици и разноликим небеским мотивима, које спретно удева у стихове са одабраним лексемама, понекад и речима без значења, преузетих из нашег фолклора (бајалице, разбрајалице и др.); а касније ће писати о космичком у поезији Милоша Црњанског, Милана Дединца, Слободана Ракићића, Стевана Раичковића, Десанке Максимовић, Матије Бећковића, као и о групи песника неосимболистичког и бранковско-стражиловског усмерења.

Већ у првој збирци песама „Све је љубав“ (1979), саопштио је једно од својих основних поетичких начела: *да песма у себи налази свој начин исказивања и своје законе*. Када је реч о васељени, он лирски дочарава *галерије космоса*⁴, васионско семе, а у грлу разазнаје „метеор загрцнут“, па зуби песничког субјекта чврсто гризу „кришку неба“. Поетски је обузет *homo sapiens*-ом, о коме надахнуто пише у истоименој песми у прози. У поменутој књизи први циклус има карактеристичан наслов „Импесија – залазак Сунца“, инспирисан богатим импресионистичким сликарством, коме ће се касније враћати, певајући о Ван Гогу, Анри Матису, Едгару Дегау, Клоду Монеу (после вишедневног боравка у Ермитажу). Напоменимо да је у горе поменутој првотној збирци, средишњи циклус именован као „Звездано непе“.

Поменимо овде и књигу рефлексивних стихова „Светлости земље“ (1992), за коју је узео као мото Ничеов исказ: „Да би се створила звезда, потребно је да по себи постоји хаос“. Ову књигу прате поетички фрагменти штампани на клапни, а у знаку су астропесништва. У тој збирци присутно је певање под насловом „Стварање звезде“⁵.

За Цветковића је „песма небески знак“, који обзнањује својеврсни поредак у бићу

⁴ „Галерије космоса су празне“ у антологији песама о космосу „Космички цвет“, стр. 172.

⁵ „Стварање звезде“ у антологији песама о космосу „Космички цвет“, стр. 91.

васељене, творачку моћ Слова и Речи као логоса и светог звука. У раним, младалачким песмама „Плаветно доба дечаштва“ (1995), настајалим у ђачким данима, овај, тада млади песник и потоњи учени поетичар, сав је окренут небеским и астралним просторима, о чему, поред осталог, сведоче и циклуси „Сребро звезда“ и „Пупак земље“.

У видовданској етици и поетици (*Поетичке студије* I), на чијем је трагу Цветковић, студијски осмишљено се исказује највиша мера људске узноситости и непоречног слободарства. Певање је за овог аутора стварање света – међу звезданим световима. То је „прекопута – свет, подсвет васељенског, неугасла Светлост Земље“⁶. У појединим песмама се разазнаје ширина плаветног бескраја, са мирским уверењем да је твораштво „болна радост ускителе земље и небески румено плаветни круг и бездан“, што асоцира на Милоша Црњанског. За Цветковића, великан Лаза Костић је „небесник у плаветном хору завичаја“, а док траје „берба Божјих винограда Срем кандилом сунца сјаји“.

Овде настојимо да прикажемо Цветковићев аутохтони песнички *вјерују*, у коме је поезија вечна светлост васељене и земље. Он нам лирски открива да је „време да људи – звезде овоземаљског театра“ напусте „сцену“ родне планете и пођу Млечним путем, како „галерије космоса“ не би остале празне. Његове доживљајне визије Сунца, које „окато зенити“ испредајући „златне нити“ будућим свитањима, су „васељенске јатке живота“.

Истакнимо, да Цветковић и аутор овог текста, од 2004. делотворно сарађују на зборницима *Развој астрономије код Срба* у којима Никола од тада публикује разне студијске, поетске, дневничке, мемоарске, ауто-поетичке и сличне прилоге.

Овом приликом, у неколико проширених назнака, скрећемо пажњу на основне Цветковићеве преокупације слојевитом небеском

симболиком, која је у извесном смислу *родно место* његове лирике, као и на космички осмишљене студијске текстове о виђеним српским песницима, и књигама прожетим небеским и астро-песничким мотивима. На крају представљамо неколико небески надахнутих стихова Николе Цветковића.

ЈЕДНЕ НОЋИ

I

Оловно сидро немира
Леди талире бљеска
Расплоди светло месеца
И мрести икру жеља

Пијанство очију
Стрмином оштрице бриди
Кад страсти утиру
Безбожничко младићство

Муљава светлост
Гаси кикот
Трепавих звезда
И заварава месечину

Лопови прстију
Краду сребрне крљушти
Даљина
И раскивају токе свемира

Н. Цветковић, *Плаветно доба дечаштва*,
Београд, 1995, стр. 18.

У ВРТУ ЉИЉАНА

Како васкрснути још једну ноћ белу,
Што невино звезде у паперје роји?
Зри ти једро воће у здрављу и телу
И те трешње неба – завичаји моји.

Да ли чуваш срећну дружбу у зениту?
Ил' распредаш пређу ветром покидану?
Да ли мамиш црну зору оку скриту?
Кад распета хтења озлеђују рану.

⁶ Књижевно поетички фрагменти уз „Косовијаду“, у књизи „Косовијада“, Матица српска, Нови Сад, 1997, стр. 77.

Живим песму исцељењем наопаку,
Брижан да те лето крви не заведе;
Вазвек да те гледам у небеском зраку
Ласте мога југа јатом нек те следе.

Ватришта у крви помамно ти горе,
Тихим ходом моћна у вечност ћеш право.
Од девет свитања котрижна си траво,
Замркла мрачице градиш зрчане дворе.

РОЂАЈ СУНЦА

I

У крви нашој рођај сунца
То злате се дани златорани.
Бела тица тицаше

У крви то праскозорје лупа
На јутарње окно вида.
Бело млеко пушташе

У крви то пресвлаче се дани
Плам засјакти руменито.
Растоком точи

У крви излети нешто као тица
Крилнички окрилати враж.
Дрен удрени да корени

Док теку улице распутнице
Радост пали жеравице
Сунце одзвуком ливади

У крви гороцвати време
Видооке виле самовиле
У својој сени присени

У крви нашој рођај сунца
То злате се дани златорани.

Н. Цветковић, *О, граде мој – Завичајна
антипоема*, Свет књиге,
Београд, 2011, стр. 80.

СТУДЕНТСКО ПИСМО МАЈЦИ (Одломак)

О небо
Бићемо ортаци у маштању
Ти ћеш думати Вечност
А ја ћу умовати Дане
Прелиставати годишња доба
И на сваком опалом листу
Уписаћу по један црвеножут сан
Белбелушити источни
северојужни
Један људски гиздав

А онда два узана
Штапића пута
Неједнаке дужине
Сакрићемо
У руке (ја иза обронака)
У руке (ти иза облака)
Па коме већи – томе небеса

Прокоцкам ли Млечни пут
Обећавам туђинујући
Крвовима нећу скидати главе
Селицама нећу мрежити путе...
Старопутино
Шта ћу са угашеним планетама
За њих можда овај једини цеп
Непрогорен од пикаваца
свакидашњице
Ако ти се не свиђа
Дај им своје пазухо

Ругаш ми се небосежностима
Ругам ти се појањем о љубави
У сапостојању

Н. Цветковић, *Антипесме*, Београд, 2021.

НЕДОЛЕТ ПОЉЕ

Зија бездно испод неба,
Обести лају на звезде.
Одасвуд лоша срећа вреба
Док утваре крилато језде.

Горе високо, а доле тврдо,
Узлетом се најдубље пада.
Обећају ли му златно брдо
Затитра као зора млада.

Кад загрме бездане дубине,
Страх и богове створи.
Недолетна светлост се вине
И језди ка чарној гори.

Муња се с громом заиграва,

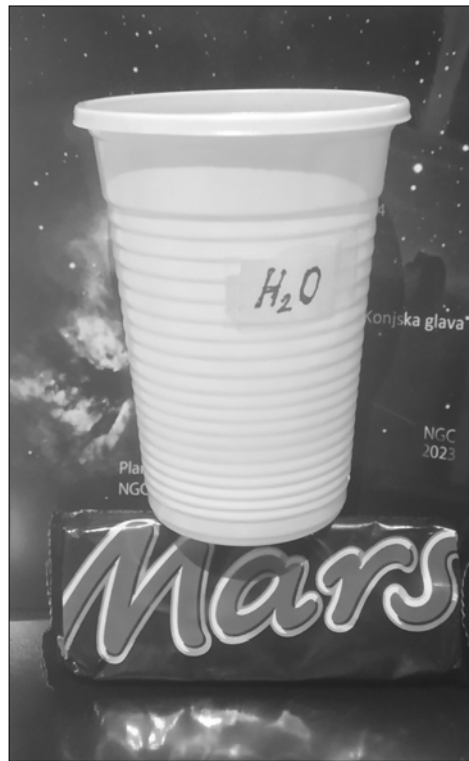
Притајени огањ плане.
У блеску земна страва
Пала на ниске гране.

CELESTIAL LYRICS IN THE POETRY OF NIKOLA CVETKOVIĆ

The celestial motifs in the poetry of Nikola Cvetković are poetologically considered. At the end, three Cvetković's verses with heavenly inspiration are given.

НЕЧЕШЉАНО ЋОШЕ

ВОДА НА МАРСУ



Милан Јеличић

Инструкције за уплату чланарине

Годишња чланарина износи 1400 дин. Чланарина је уједно и претплата за часопис "Васиона".

Уплата се може извршити:

- у просторијама Друштва (*Народна опсерваторија, Калемегдан, петком и суботом између 15 и 22 часа*)

- налогом за уплату у било којој пошти или банци, који треба попунити на следећи начин:

Уплатилац: *име, презиме и важећа адреса члана*

Сврха уплате: *чланарина за 2022. годину*

Прималац: *Астрономско друштво "Руђер Бошковић", Београд*

Износ: *1400*

Рачун примаоца: *205-29948-66*

Након уплате, скенирану уплатницу послати на adrb@adrb.org. Ради ажурне евиденције чланства и доставе часописа, молимо вас да наведете и своје тачне податке (име и презиме, адресу становања, контакт телефон, e-mail).

НАЛОГ ЗА УПЛАТУ		
уплатилац	шифра плаћања	валута
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		износ
		<input type="text"/>
сврха уплате	рачун примаоца	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Чланарина	модел и позив на број (одобрење)	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
прималац		
<input type="text"/>		
печат и потпис уплатиоца	место и датум пријема	датум валуте

Илустрације на корицама

I страна: Ова слика добијена помоћу Хабловог телескопа приказује променљиву звезду цефеиду *RS Puppis*. Њен сјај се мења за скоро пет пута сваких 40-ак дана. Обавијена је дебелим, тамним облацима прашине, а види се на тамном небу испуњеном галаксијама у позадини. https://en.wikipedia.org/wiki/File:Heic1323a_-1243686232.jpg Види чланак о цефеидама на стр.101 овог броја.

III страна горе: Јован Алексић прима награду додељену Астрономском друштву "Руђер Бошковић". Види чланак на стр.121 овог броја

III страна доле: Признање које је ЦПН доделио нашем Друштву. Види чланак на стр.121 овог броја

IV страна: Орионова маглина, снимљена 26. новембра 2020. са Тометиног поља (планина Маљен, западна Србија), помоћу рефрактора *SkyWatcher 120/900* мм, камере *SBIG 8300* т и Хаблове палете филтера (*RGB, Ha, OIII i Luminance*). Време осветљавања 107 минута. Аутор фотографије: Жарко Мијајловић. Видети чланак о Орионовој маглини на стр.106 овог броја.



