



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**

#

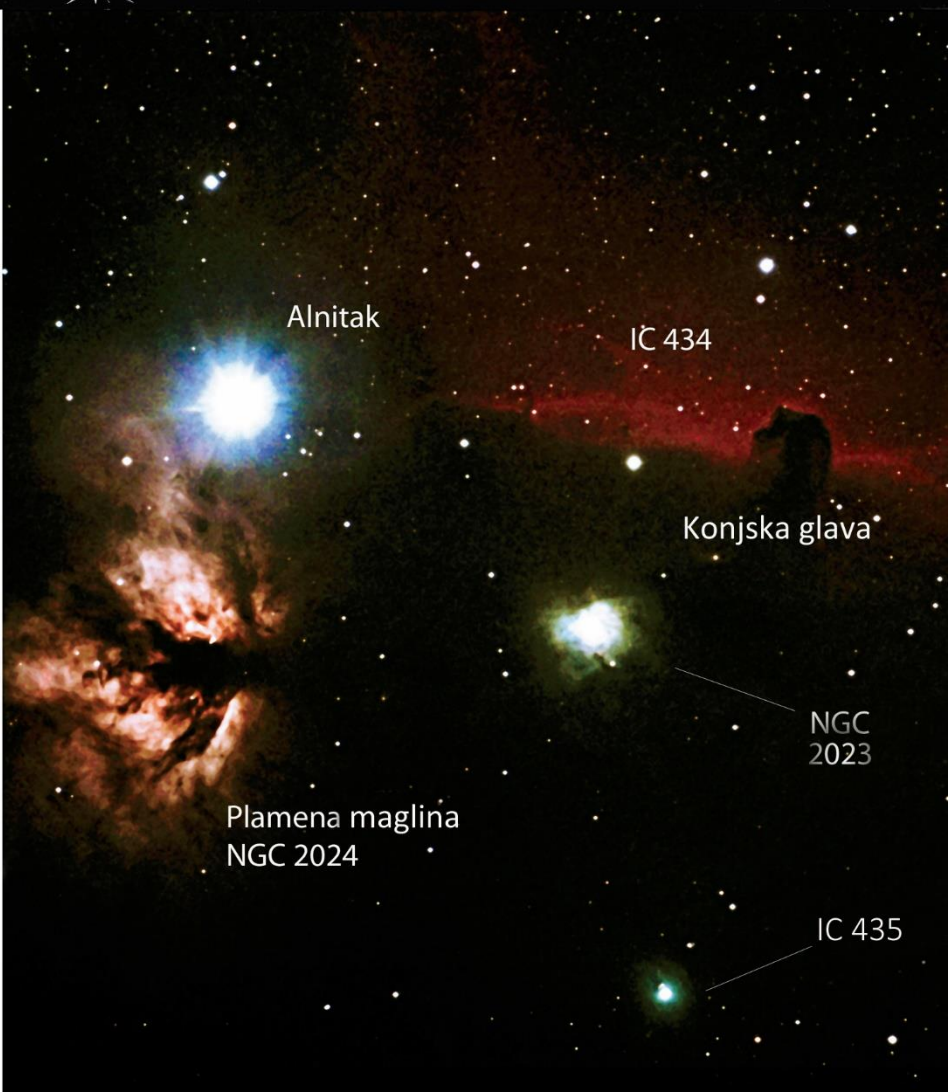
**АСТРОНОМСКЕ
ПОЈАВЕ У 2021.**

#

**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 Смљане Ђуровић</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:

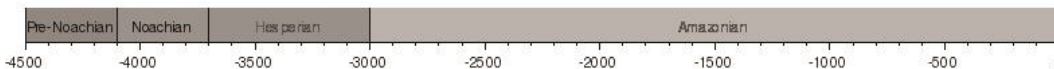
1. Нојевски период (енг. *Noachian*),

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.

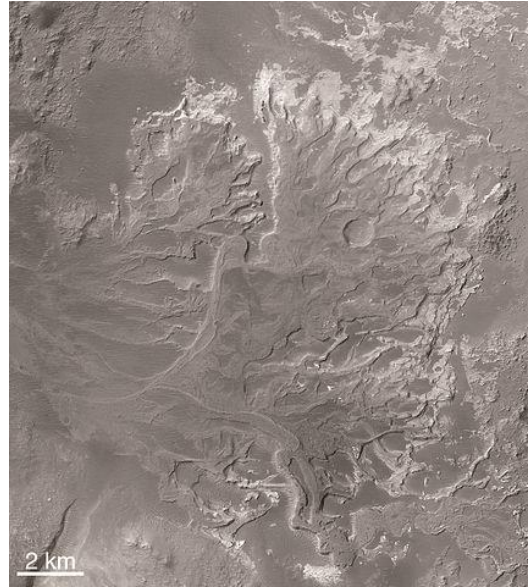
Марса, закључили да су ерозионе стопе³ током Нојевског периода два до пет пута веће од оних у каснијим периодима, али мање од средње вредности за ерозивне процесе старог кратона⁴ на Земљи. Међутим, одређивање стопа геолошких процеса на Земљи, укључујући ерозионе процесе, зависи од временског интервала 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 Planum*), 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.

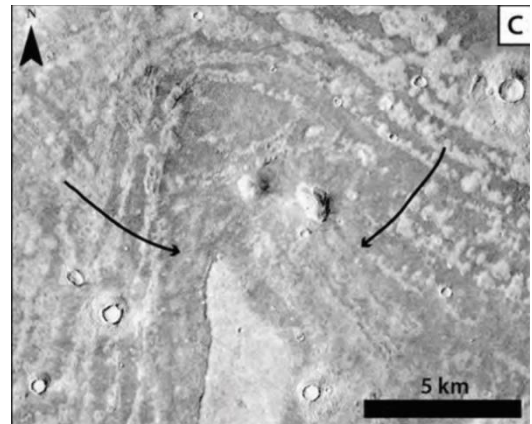
ле интензивне. Оно што се у датом тренутку може измерити је дубина и ширина одређених канала, помоћу чега можемо проценити њихову запремину. Међутим, оваква процена нам даје само максималну могућу запремину поплављеног водотока, не и њену реалну вредност. Већина процена указује на то да је за највеће 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

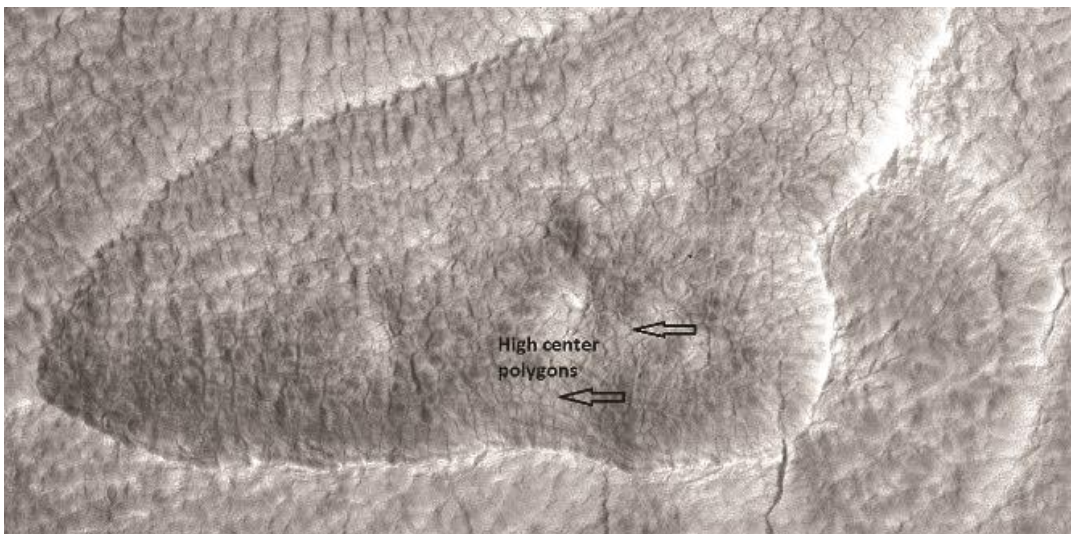
Ако су већ поменути канали настали поплавама, што је вероватно, онда су морале постојати велике водене површине, пре свега у северним регионима (Parker et al, 1989, 1993), где би се та вода могла акумулирати и одакле је даље истицала. Међутим, докази за њихово постојање и даље остају непотпуни иако је 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.

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

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

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

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 латитудима, 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 латитудима, 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).

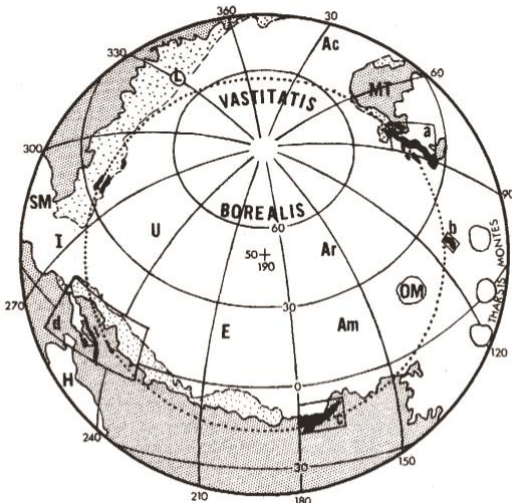
Да би се могло причати о топографији и елевацији неопходно је дефинисати референтну површину у односу на коју ћемо мерити висине, као што је то ниво површине мора на Земљи. Пошто Марс данас нема водену површину која би служила као референца, дефинисана је еквипотенцијална гравитациона површ, названа *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

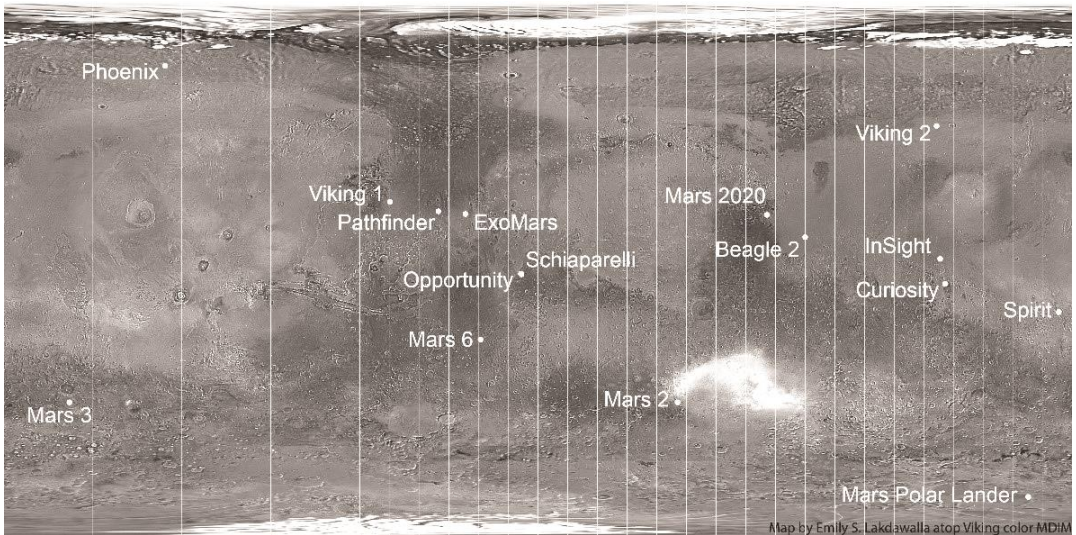
Главни допринос истраживању геолошке

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.

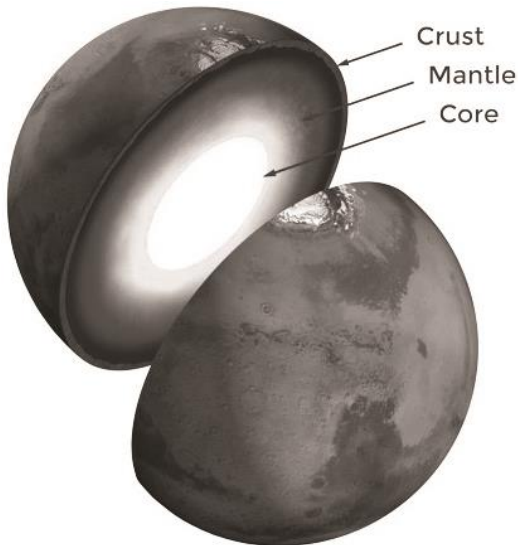
¹¹ Након приспећа овог чланка у редакцију *Perseverance* и *Ingenuity* су успешно спуштени на Марс у фебруару 2021 (прим. ред).



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 дихотомје, 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.

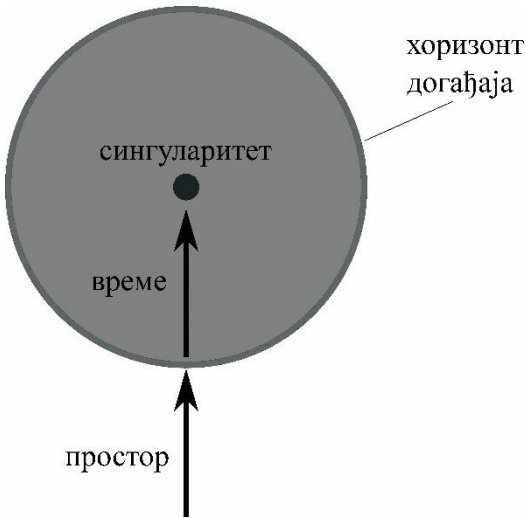
О овогодишњим добитницима Нобелове награде за физику

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.

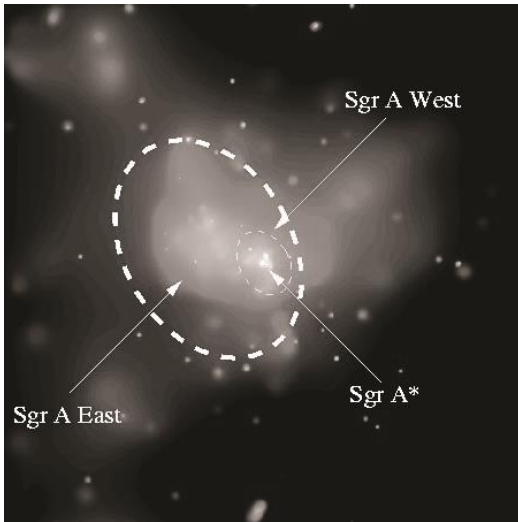
Др Рајнхард Генцл и др Андреа Гез су, свако са својим тимом астронома, вршили вишегодишња посматрања (коришћени телескопи приказани су на Сл. 2) области око објекта *Sagittarius A** у центру наше галаксије (видети Сл. 3).

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-

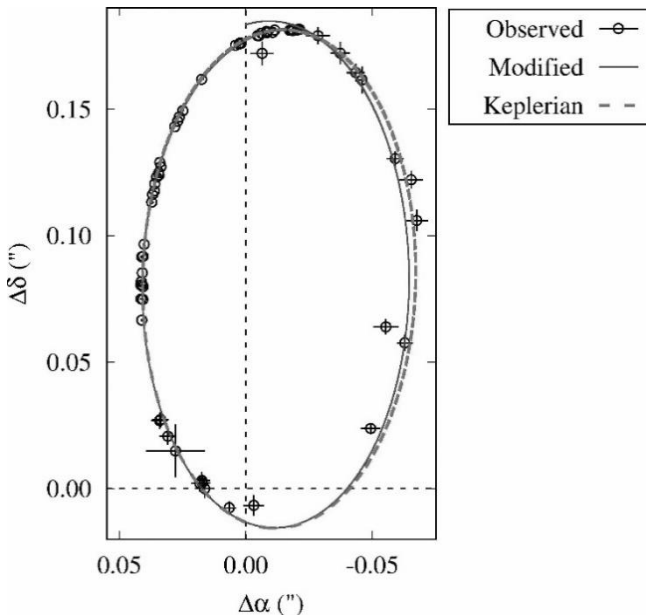


Слика 3: Комплексан радио извор Sgr A састоји се од три компоненте: остатка супернове Sgr A Исток (East), спиралне структуре Sgr A Запад (West) и од веома јаког радио извора Sgr A*. Sgr A* је веома компактан и масиван извор, чији се положај поклапа са динамичким центром Млечног пута, а око њега кружи 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 послужео 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.

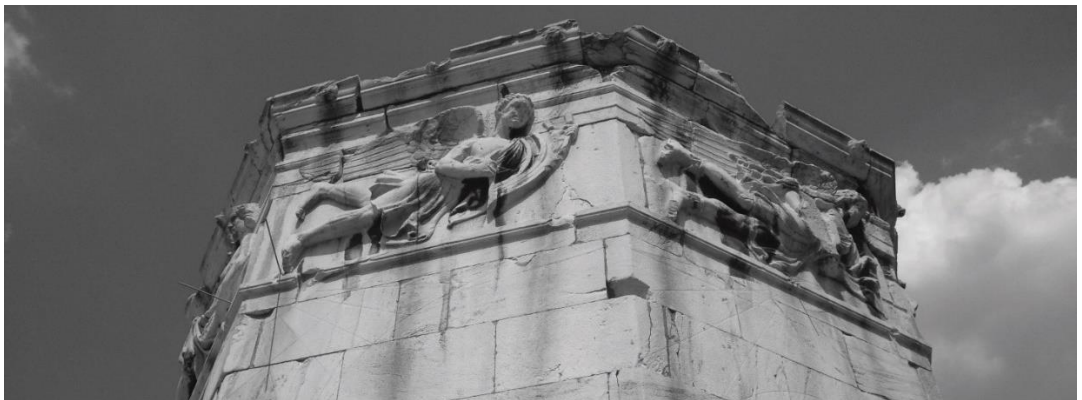
Осмоугаона зграда изграђена је од финог мрамора, те како је већ речено, при врху украшена приликама свих осам ветрова. Свака фигура има свој гномон и скалу која је вероватно у антици била обојена. Чак је и са северне стране, која светлост прима само око дугодневице и то изјутра и у сутон, постављена 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 | ιχθύε(ς)
σκορπι(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, астролоаб (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 астролоаба 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 астролоаб, 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 астролоаба, 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 астролоаб и квадрант су временом постали најомиљенији део опреме помораца, па тако и Колумба на његовом бесмртном путовању. Астролоаб 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

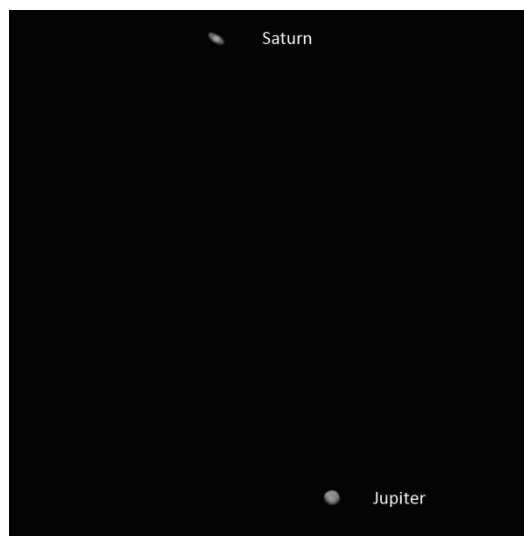
(Институт за математику САНУ, Београд)

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.

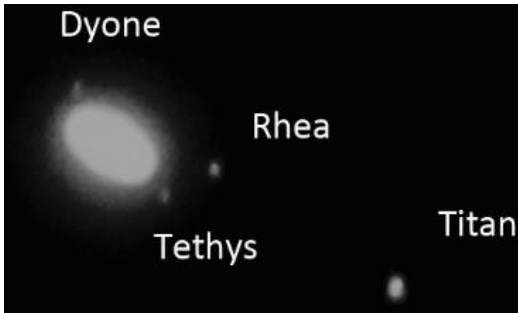
мање растојање, од шест лучних минута, достигнуто је наведеног дана. Циљ ми је био да снимим тај догађај или узајаман положај планета у неком дану блиском самом дану конјункције. Срећну околност представљала је чињеница да је то био период најкраћих обданица у години. Сунце је залазило око 16^h, док 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.

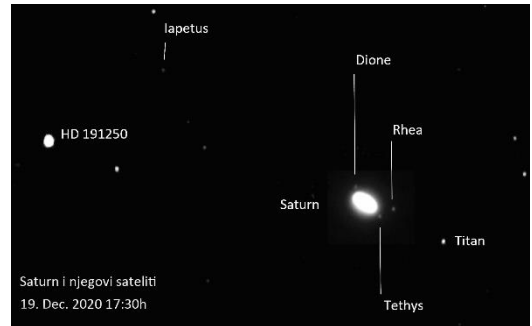
Снимци су направљени у природном положају планета, онако како су се виделе голим оком на небеском своду (Сл. на III стр. корица). Такође је снимљено пет Сатурнових и три Јупитерова сателита. Снимљени су Сатурнови сателити (Сл. 2): Титан (Titan, 8^m), Реа (Rhea, 10^m), Тетис (Tethys, 11^m), Диона (Dione, 11^m) и Јапет (Iapetus, 12^m) – у заградама 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 заклоњен 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.

граници 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.

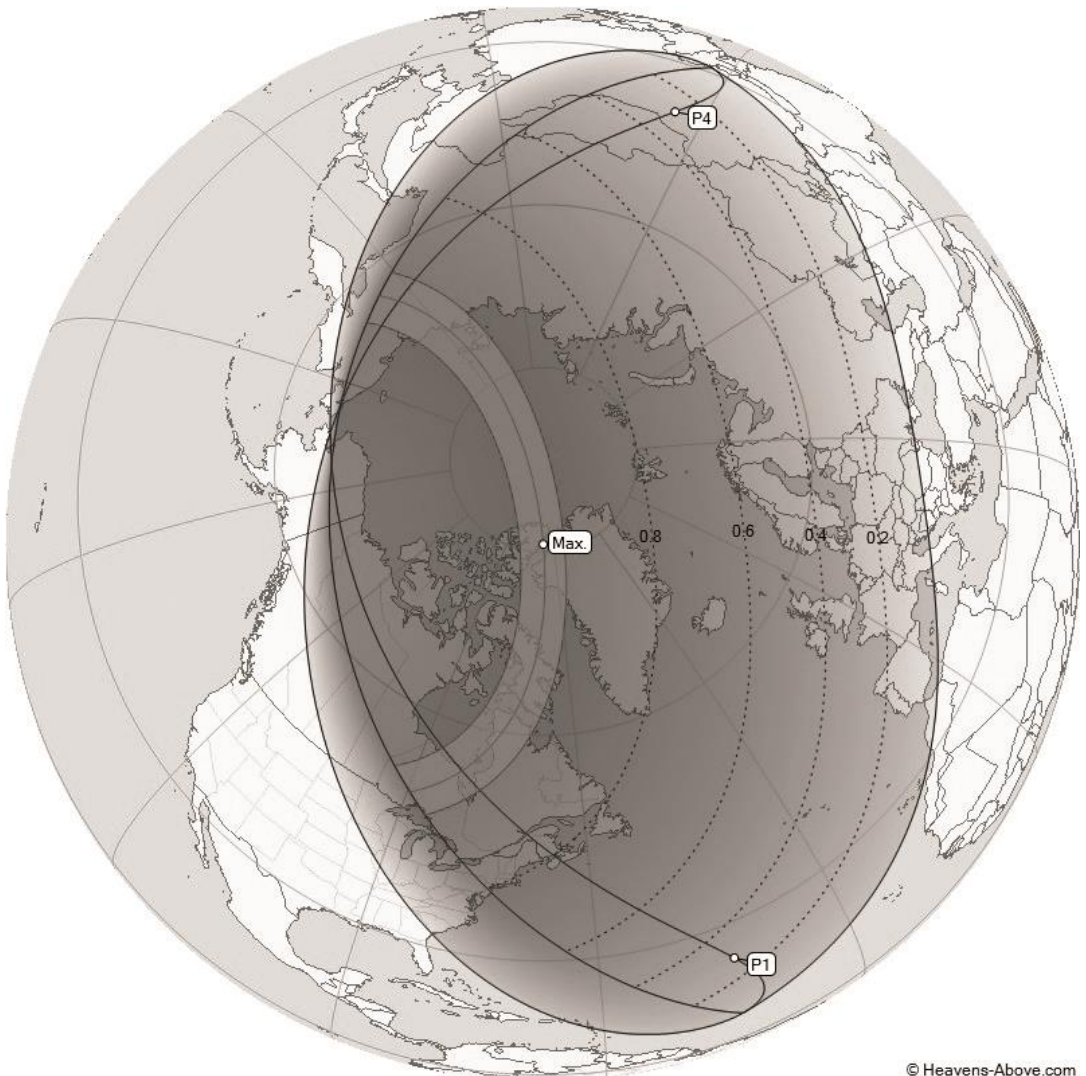
Помрачења Месеца и потпуно помрачење Сунца неће се видети из наше земље. Само ће, током прстенастог помрачења, Сунце бити незнатно окрзнуто, што ће се видети једино из северних делова Србије.

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]),

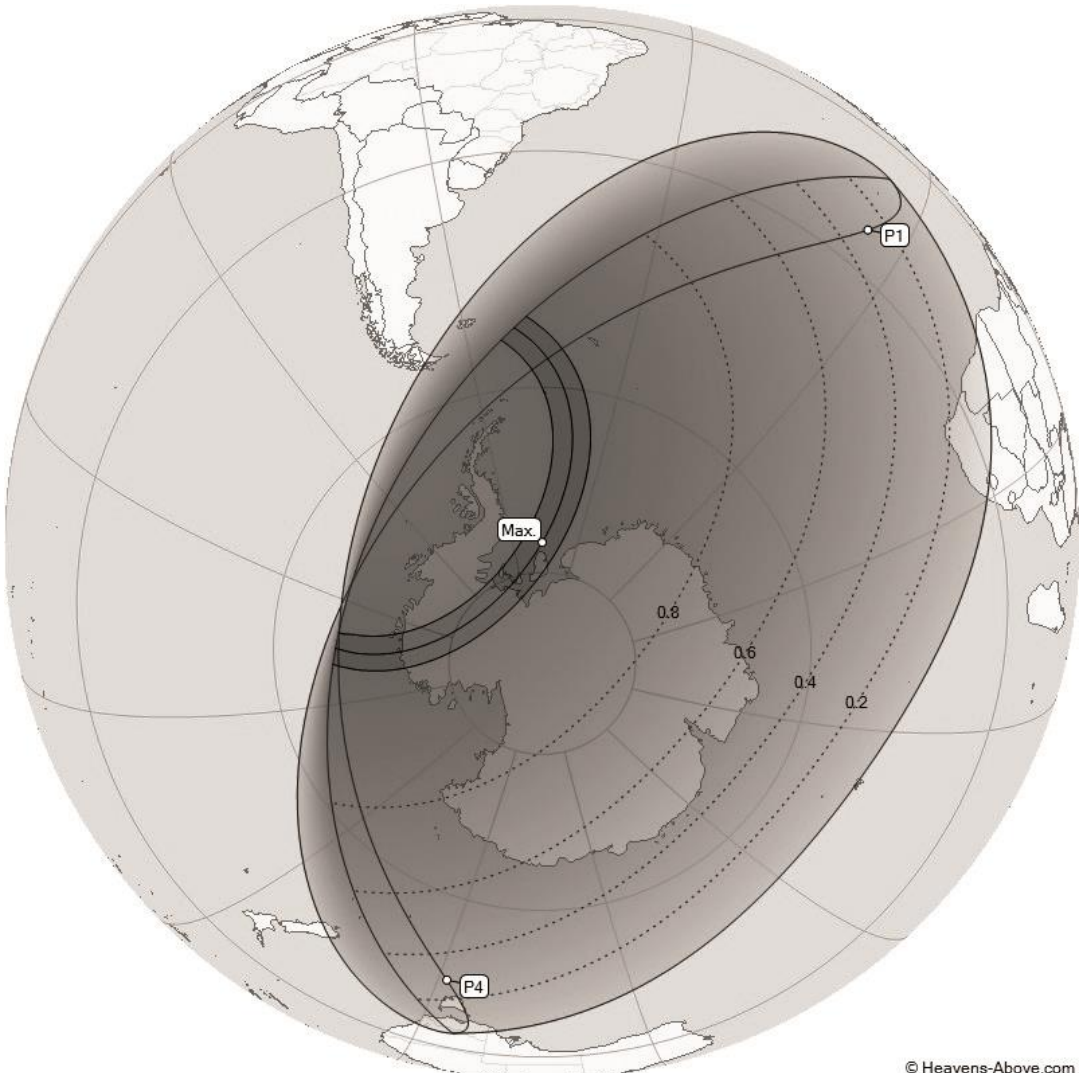


Слика 1: Прстенасто помрачење Сунца 10. јуна 2021.

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-

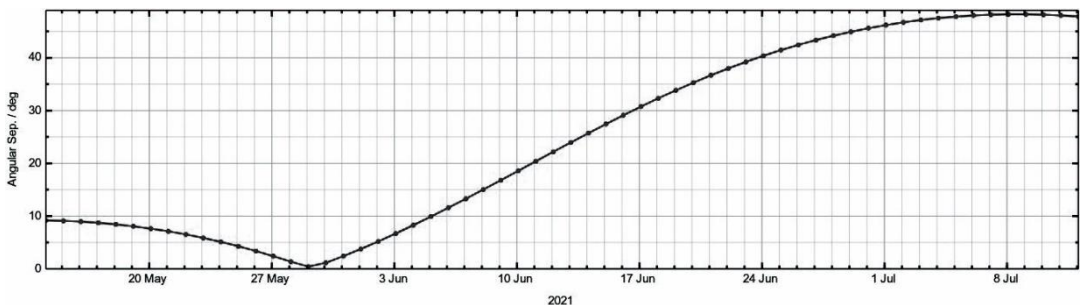
над јужног хоризонта, када у 17:04 небо постане довољно мрачно. У 17:47, достићи ће највишу тачку на небу, 58° изнад јужног хоризонта. Моћи ће да се посматра до 23:41, када ће сићи испод 10° изнад западног хоризонта. Марс ће имати привидну величину 0,2, а Уран 5,8, и обе планете биће у сазвежђу Овна.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

средици. 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 руководиоца 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 опсерваторија 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. Требало 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

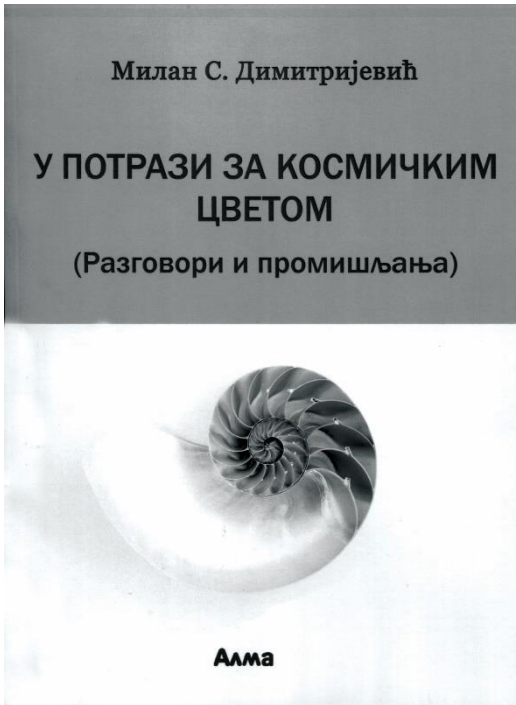
НОВА ИЗДАЊА

КОСМИЧКИ ЦВЕТ РАЗГОВОРА И ПРОМИШЉАЊА

Никола Цветковић

(Филозофски факултет Универзитета у Приштини, Косовска Митровица)

*Река се упознаје пливањем,
а човек у разговору.*
(корејска 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 врсни 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 наутилуса), 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 вишедесетнијски 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.

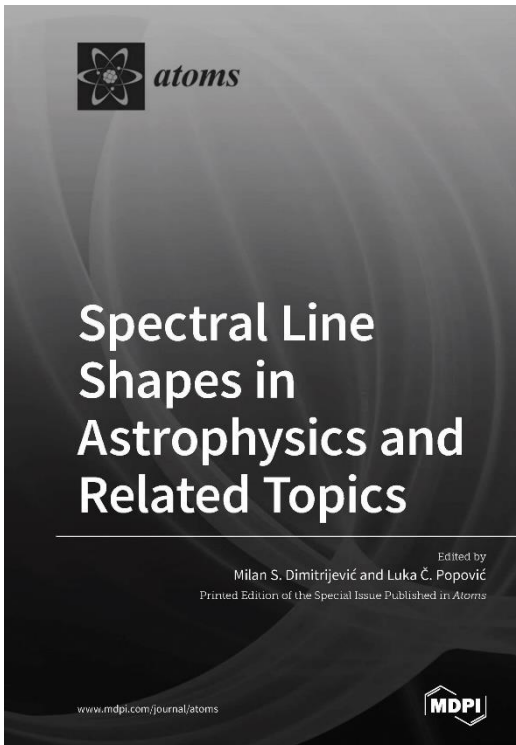
То су изабрани радови приказани на XI SCSLSA (Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics – *Српска конференција о облицима спектралних линија у астро-*

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.

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” штампао 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

*Тоса је Димитријевић,
се званавска је
дроз о језу своје сусвети
сидуре*

Смиљана Ђуровић

КЊИЖЕВНА ЗАЛЕДНИЦА ЗВЕЗДАРА



МИД-ИНЖЕЊЕРИНГ

Београд 1994.

8. 8. II. 95.

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 слаavimo

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 слаavimo

Да славим Звездаре хоћу
Рат ће се Завршити Људи

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

Хајде да слаavimo Победу

Omnia in numero et mensura

Звездаре да славим хоћу
Хајде да их слаavimo

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 слаavimo 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 Маџен, 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 Noespergia 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

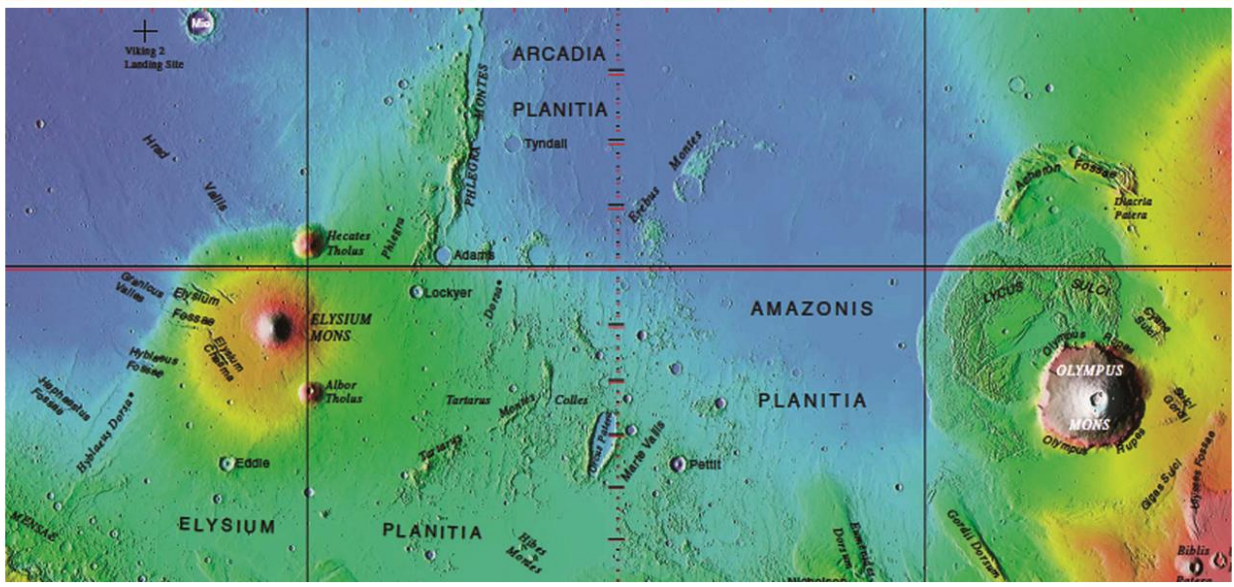
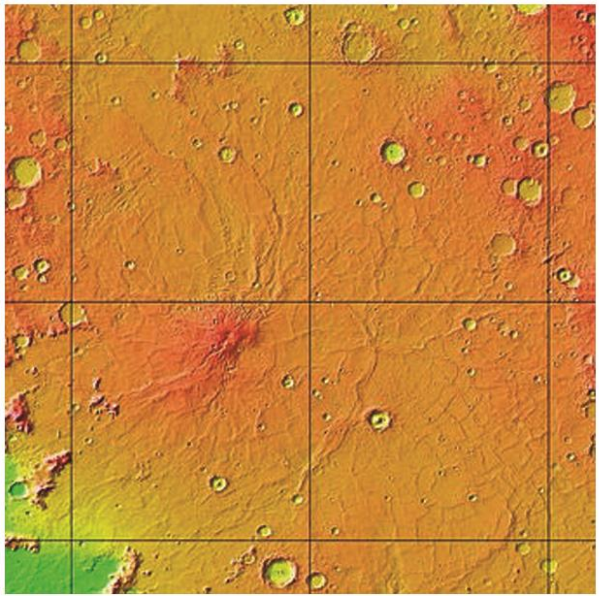
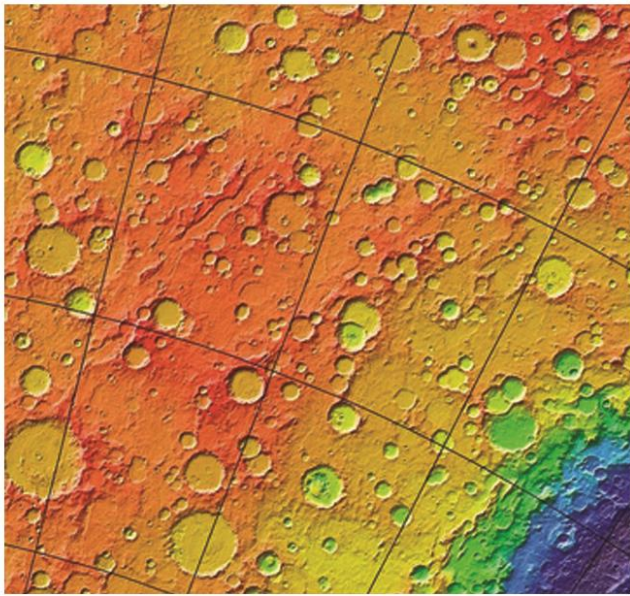


Europa

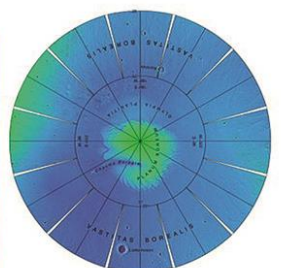
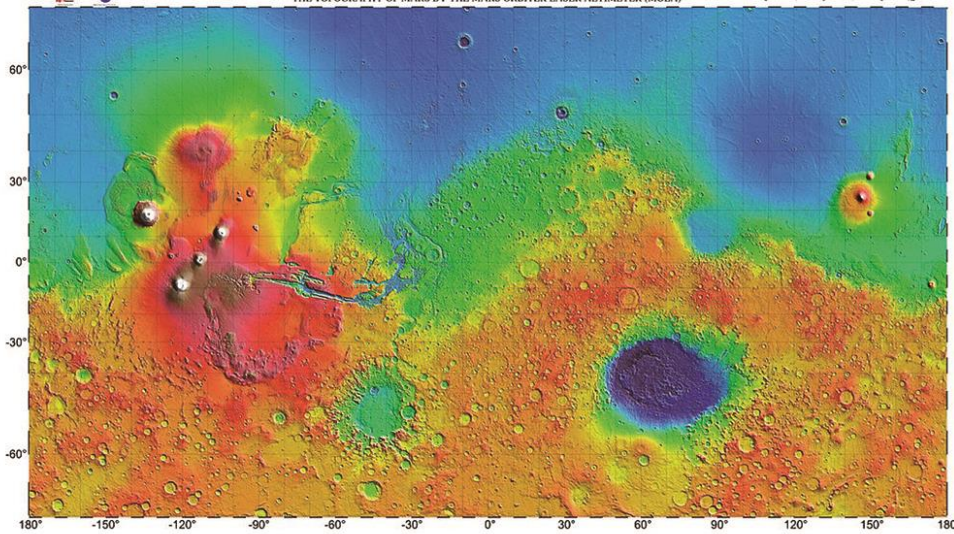


Jupiter





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



0° E or W, 60° N or S

