Часопис за промоцију науке

ЕЛЕМЕНТИ

33
лето 2023.

Тема броја
70 ГОДИНА ОТКРИЋА СТРУКТУРЕ ДНК

Орбитирање: лансирање телескопа „Еуклид“

Од когнитивне до Гугл мапе и назад

Зелена: боја науке?

Надахнуће историјом

ISSN 2406-3002
Република Србија 290 RSD / BiH 8 KM / HR 32 KN / SLO 4.2 € / MK 200 DEN / CG 3 €
9 772406 300008

МЕЈКЕРС СПЕЈС ЦПН

ОТВОРЕН ЗА ИДЕЈЕ

НАУЧНИ КЛУБ
ЦЕНТРА ЗА ПРОМОЦИЈУ НАУКЕ
КРАЉА ПЕТРА 46
www.cpn.rs/mejkers

NIS GAZPROM NEFT БУДУЋНОСТ НА ДЕЛУ
ЦЕНТАР ЗА ПРОМОЦИЈУ НАУКЕ
НАУЧНИ КЛУБ

Фото: Марко Рисовић

КЛИМАТСКА КАПСУЛА

СРЕДИНОМ МАЈА ОДРЖАН ЈЕ 65. међународни сајам технике и техничких достигнућа, а Центар за промоцију науке је овим поводом представио Климатску капсулу, мобилну и модуларну инсталацију замишљену као интензивно искуство које кроз научне чињенице, уметничке интервенције и мултимедијалне садржаје пружа посетиоцима слојевиту перспективу климатских промена. Капсула успоставља поглед на дистопичну сцену из 2057. године најављујући будућност и (не)спремност да се суочимо са последицама климатских промена.

У понедељак, 5. јуна, поводом обележавања Светског дана заштите животне средине, Климатска капсула постављена је испред Уметничког павиљона „Цвијета Зузорић“ на Калемегдану, у склопу Сајма зелених идеја, пројеката и иновација.

Садржај

ТЕМА БРОЈА
70 ГОДИНА ОТКРИЋА СТРУКТУРЕ ДНК

4 **„Тајна живота“ или тек почетак**

10 **Шта је то у нашим генима – што је извор страха ка новим временима?**

26 ДРУШТВО
Разноликост против способности

32 ПРОСТОР
Од когнитивне до Гугл мапе и назад

40 ЕТИКА
Морална одговорност вештачке интелигенције

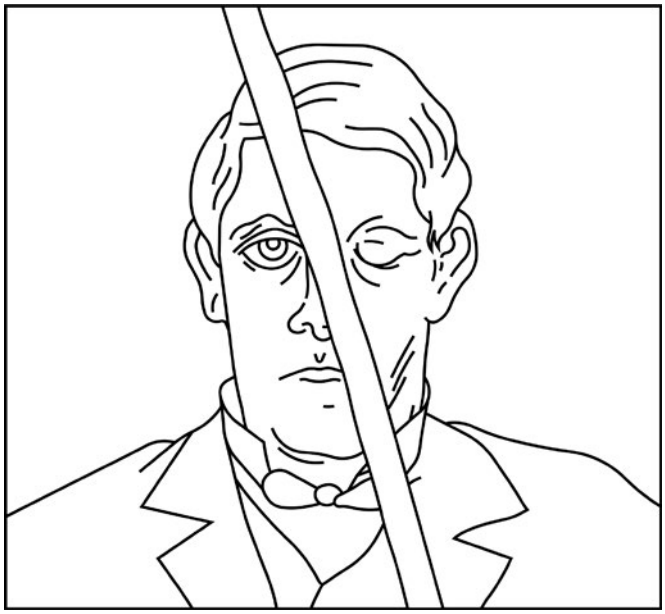
44 НЕУРОЛОГИЈА
Кратка историја неурологије: приче о пет блиставих умова

50 ИДЕЈЕ
Демони у служби науке

56 МОДА
Денди у Београду

80 УМЕТНОСТ
Зелена: боја науке?

86 СТРИП
Надахнуће историјом



АУТОР ИЛУСТРАЦИЈЕ НА НАСЛОВНОЈ СТРАНИ:
Јаков Јаковљевић

Рецензентски одбор

Академик Зоран Петровић
САНУ,
др Александар Богојевић
Институт за физику Београд,
др Милован Шуваков
Институт за физику Београд,
др Божидар Николић
Физички факултет у Београду,
др Петар Аџић
Комисија за сарадњу са ЦЕРН-ом,
др Зоран Огњановић
Математички институт САНУ

др Владимир Ђурђевић
Институт за метеорологију,
др Воин Петровић
Институт за нуклеарне науке Винча,
др Лука Михајловић
Хемијски факултет у Београду,
др Коста Јовановић,
Електротехнички факултет у Београду,
др Андреј Старовић
Народни музеј Београд,
др Радивој Радић,
Филозофски факултет у Београду

др Софија Стефановић
Филозофски факултет у Београду,
др Машан Богдановски
Филозофски факултет у Београду,
др Невена Бућевац
Учитељски факултет у Београду,
др Оливер Тошковић
Лабораторија за експ. психологију,
др Јелена Беговић
Институт за молекуларну генетику и генетичко инжењерство, ИМГГИ

др Биљана Стојковић
Биолошки факултет у Београду,
др Зорана Курбалија Новичић
Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“,
др Бојан Кениг
Центар за промоцију науке

У КАДРУ

16 **Стварност очима великих података**

18 **Играј за човечанство! Наука за све**

49 **Научни клуб Нови Сад**

КОЛУМНА

20 **Орбитирање #17**

ИНТЕРВЈУ

60 **Важно је едуковати људе**

64 **Постоји свест о важности теме којом се бавимо**

67 **Кошница за ентеријер: пчеларење из фотеље**

75 **Уживам да причам о науци**

РЕПОРТАЖА

72 **Природни производи као извор иновативних приступа у индустрији**

НАУЧНИ КРУГ

78 **Врхунски стручњаци на *ERC* конференцији у САНУ**

ЦПН

У ЦЕНТРУ

94 **Изложба „Иза објективности: визуелне метафоре у науци“ у Краљеву**

96 **Комуникација у међународним научним тимовима**

** Тридесет и трећи број Елемената штампан је на 96 страна и садржи искључиво ауторске, претходно необјављене прилоге и оригиналне илустрације*

Импресум

ЕЛЕМЕНТИ
Часопис за промоцију науке
Број 33 – лето 2023.

ЗА ИЗДАВАЧА
Др Марјана Бркић,
вршилац дужности директора

ГЛАВНИ И ОДГОВОРНИ УРЕДНИК
Иван Умељић

ПОМОЋНИЦИ УРЕДНИКА
Ивана Николић
Ђорђе Петровић
Богдан Ђорђевић

АУТОРИ*
Срђа Јанковић
Павле Зелић
Дарко Доневски
Миљан Васић
Богдан Ђорђевић
Петар Нуркић
Дарко Стојиловић
Ђорђе Петровић
Стефан Жарић
Ивана Николић
Марјана Бркић
Ана Самарџић
Никола Драгомировић

ИЛУСТРАТОРИ
Јаков Јаковљевић
Никола Кораћ
Сања Црњански
Срђа Драговић
Ђорђе Балмазовић / шкарт
Марија Бабовић
Моника Ланг
Владан Николић

ФОТОГРАФИЈЕ
Марко Рисовић

ВИДЕО
Бојан Живојиновић

ЛЕКТУРА И РЕДАКТУРА
Ивана Смоловић

ТЕХНИЧКА ПОДРШКА
Петар Пањковић

ГРАФИЧКА ПРИПРЕМА
Денис Викић

ШТАМПА
Бирограф,
Атанасија Пуље 22, Београд

ПРОДАЈА
Дарије Јаношевић
prodaja@cpn.rs
+381 69 1220319

ПР
Љиљана Илић
pr@cpn.rs
+381 60 7040180

** Аутори из овог броја. Листу свих досадашњих аутора потражите на сајту*

ЦЕНТАР ЗА ПРОМОЦИЈУ НАУКЕ

Центар за промоцију науке
Улица краља Петра 46
11000 Београд
+381 11 24 00 260
www.cpn.edu.rs

Истражите више на
prodavnica.cpn.rs/elementi/

Пишите нам на
elementi@cpn.rs

ПРЕТПЛАТИТЕ СЕ

Претплата за шест (6) бројева часописа ЕЛЕМЕНТИ износи 1.600 динара, уз урачунате поштанске трошкове доставе на кућну адресу. Уплата у овом износу се врши уплатницом на жиро-рачун Центра за промоцију науке **170–0030012496025–58**, са позивом на број **3333** и навођењем сврхе уплате „Претплата на часопис Елементи“. Потврда о уплати се шаље е-поштом на prodaja@cpn.rs.

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

033

ЕЛЕМЕНТИ : часопис за промоцију науке / главни и одговорни уредник Иван Умељић. – 2023, бр. 33 – . - Београд : Центар за промоцију науке, 2023-(Београд : Бирограф). – 30 cm

Тромесечно
ISSN 2406-3002 = Елементи (Београд)
COBISS.SR-ID 215847180

„Тајна живота“ или тек почетак

Можда је свака „тајна живота“ неминовно тек почетак. Јер – како нам Фридрих Ниче поручује знаменитим речима свог Заратустре – живот је управо оно што себе свагда мора да превазилази

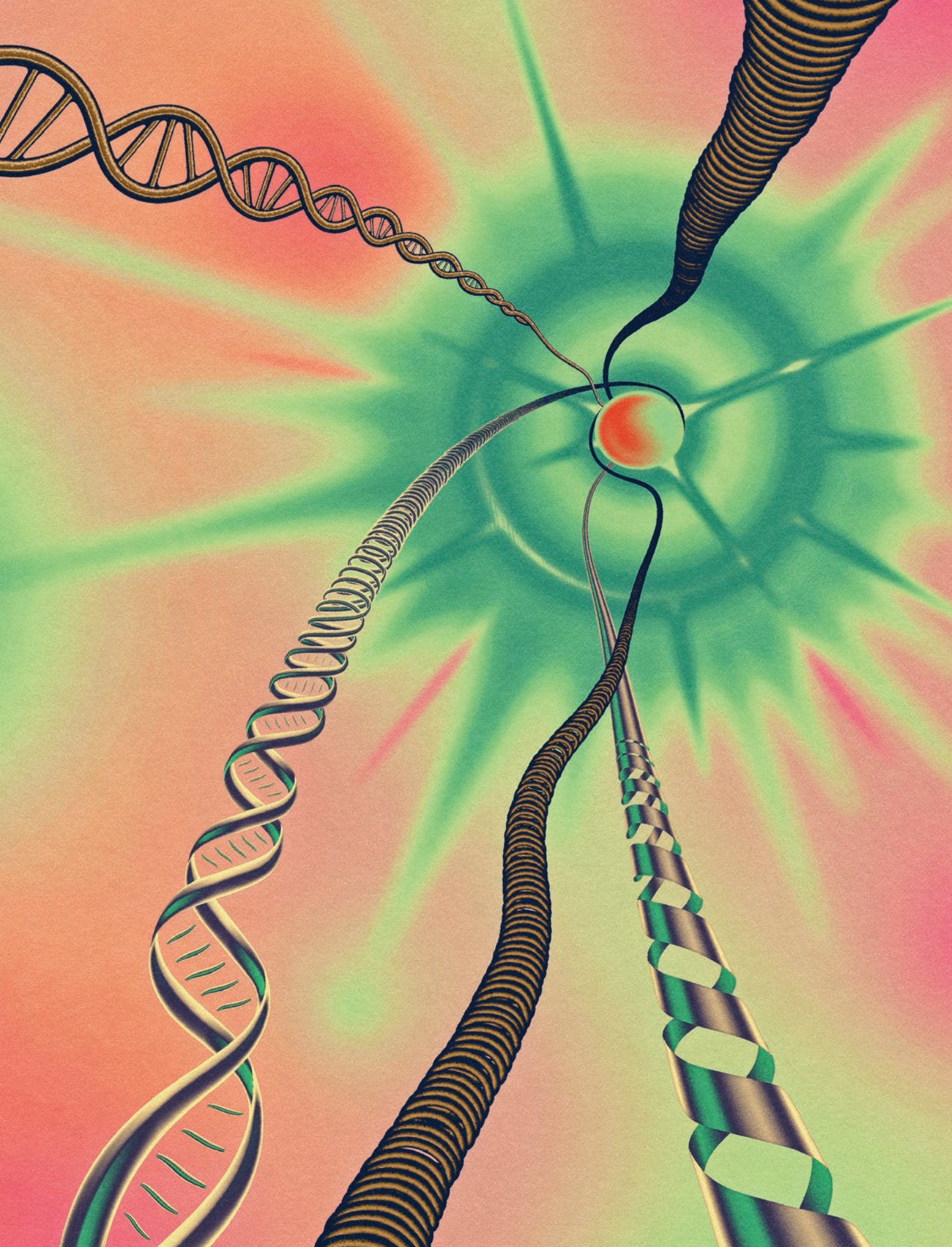
ТЕКСТ:
Срђа Јанковић

ПОСЛЕДЊЕГ ДАНА ФЕБРУАРА 1953. ГОДИНЕ, отприлике у време ручка, два човека су нахрупила у познату гостионицу Орао (*Eagle*) у Кембрицу, омиљено окупљалиште истраживача угледне Кевендишове лабораторије у том древном универзитетском граду, ускликнувши: „Открили смо тајну живота!“ Били су то бактериолог Џејмс Вотсон и физичар Френсис Крик, а тајна се, наравно, тицала структуре молекула деоксирибонуклеинске киселине и биохемијских механизама на којима се темељи његова улога преносиоца наследних особина живих бића на Земљи.

Поред Вотсона и Крика, главне улоге у овом открићу одиграло је још двоје људи – биофизичар Морис Вилкинс и биофизичарка Розалинд Френклин, обоје из Краљевог колеџа у Лондону. Прва тројица именованих ће за то добити Нобелову награду. Розалинд Френклин је пак, као што је добро познато, претрпела велику неправду. Проучавајући кристалну структуру ДНК помоћу расејавања х-зрака, она је дошла до драгоцених, па и пресудних података, међу којима се посебно истиче знаменита „фотографија 51“, коју је њен студент Рејмонд Гослинг неовлашћено ставио на располагање Вилкинсу, да би је овај затим – и то у прави час – показао Вотсону и Крику. Неправду је погоршала прерана смрт ове бриљантне научнице, 1958. године, с обзиром на то да се Нобелова награда, према пропозицијама, не може доделити постхумно. Иако је допринос Розалинд Френклин данас широко признат, њено дуго занемаривање остаје један од најогољенијих примера неправичности у историји науке, а свакако и значајно сведочанство о свеприсутној родној неравноправности у науци и друштву.

Може се рећи да је пут ка открићу структуре ДНК био дуг, сложен и нимало праволинијски, умногоме сличан склапању велике тродимензионалне слагалице – како у пренесеном тако и у дословном смислу. Наиме, елегантни модел у виду двоструке завојнице, чију „кичму“ чине међусобно увезани молекули шећера (деоксирибозе) и фосфата, док се „пречке“ које повезују нити састоје од парова азотних база што се међусобно уклапају попут лего-коцкица (аденин и тимин, цитозин и гуанин), модел који на

ИЛУСТРАЦИЈЕ: Јаков Јаковљевић



задивљујући начин обједињује огромну сложеност и крајњу једноставност, а уз то је и најречитија потврда филозофског начела јединства структуре и функције у природи, саграђен је постепено, кроз процес „покушаја и грешака“. Вотсон и Крик су на томе посебно грозничаво радили током шест недеља које су претходиле судбоносном дану из првог пасуса. У потрази их је пожуривало жестоко надметање са другим тимовима на истом трагу, међу којима је најмоћнији предводио нико други до научни див (и двоструки нобеловац) Лајнус Полинг. Иако су Крик и Вотсон, уз Вилкинсову помоћ, напослетку успели да први разреше велику загонетку, пажљивом реконструкцијом следа догађаја показано је да допринос Розалинд Френклин далеко надилази саму „фотографију 51“, која је – опет и дословно – помогла да се „коцкице сложе“. Управо је Розалинд Френклин, између осталог, установила да ДНК у лабораторијским условима заузима две различите кристалне форме („А“ и „Б“), без чијег разграничења никаква смислена анализа структуре овог молекула не би била могућа. Она је такође прва уочила посебан облик симетрије присутан код овог макромолекула, што је било неопходно за потврду Вотсоновог и Криковог коначног, успешног модела.

Тренутак упознавања структуре ДНК је вероватно најисправније посматрати као чвориште из којег се историјске путање шире у виду лепезе – како напред, у будућност, тако и натраг, у прошлост. Сама ДНК, као хемијска супстанца, откривена је још у деветнаестом веку. То је пошло за руком швајцарском лекару Фридриху Мишеру, који ју је изоловао из загнојених рана својих пацијената 1869. године (данас знамо да бела крвна зрнца, током борбе с бактеријама, избацују из себе ДНК како би формирала својеврсну лепљиву мрежу – такозвану ванћелијску замку – што је важан део њиховог борбеног арсенала). Задуго, разуме се, нико није слутио ништа о основној функцији ДНК у ћелији и организму. Са друге стране, темељи науке о наслеђивању – генетике – знатно су старији од сазнања о њеном физичко-хемијском супстрату. И сама реч „ген“, у значењу основне јединице биолошког наслеђа, ушла је у употребу давно пре разумевања молекуларне основе. Грегору Менделу је тако крајем деветнаестог века, захваљујући чувеним огледима на грашку и другим биљкама, пошло за руком да разазна основна правила наслеђивања, што је у првој половини двадесетог века продубљено експериментима на винским мушицама у чувеној „мувљој соби“ лабораторије Томаса Ханта Моргана (још једног нобеловца) на Универзитету Колумбија у Њујорку. Морганово запажање да су гени смештени на хромозомима представљало је корак ка коначној идентификацији молекуларне основе живота. Међу увидима који су допринели да се та основа препозна у ДНК нарочито се истичу експерименти Освалда Аверија и његових сарадника средином четрдесетих година, којима су показали да молекул ДНК може да преноси урођене особине (у конкретном случају, способност изазивања обољења код пнеумокока), док је 1947. године Џон Мејсон Галанд први изнео замисао да би биолошка информација могла бити записана у виду редоследа азотних база у склопу нуклеотида, основних структурних јединица ДНК. Да је окосница овог молекула сачињена од шећера и фосфата утврдио је Александер Тод. Ервин Шаграф је, пак, открио да су по две од већ поменуте четири азотне базе (аденин и тимин, цитозин и гуанин) увек заступљене у односу један према један, што је био први наговештај њиховог специфичног спаривања. Ово су, наравно, само нека од бројних имена која су уклесана на миљоказима пута ка открићу о којем говоримо.

Непосредно по одгонетању структуре ДНК уследило је ништа мање значајно и узбудљиво разоткривање „језика“ којим су информације у тој структури „записане“. До тога је дошло током наредних неколико година, када су два научна тима – међу којима је један предводио сам Френсис Крик, док је други био под вођством Маршала Ниренберга и Хајнриха Матеја – постепено одгонетнула значење „речи“ тог језика – групâ од по три нуклеотида („слова“) које именују одређену амино-киселину намењену одговарајућем месту у молекулу беланчевине (протеина); од таквих „речи“ се затим граде краће или дуже, простије или сложеније „реченице“, које се – посредством информационе рибонуклеинске киселине и рибозома – напослетку преводе у редослед амино-киселина што сачињавају дати протеински ланац и одређују његове особине. Међутим, релативно брзо је постало јасно да тек мали део укупне ДНК која постоји у свакој ћелији „записује“ неки протеин – знатно већи део у томе уопште не учествује, па се испрва мислило да нема никакву функцију. За такве области генома скован је упечатљив, али не најсрећније изабран термин „отпадна ДНК“. Сматрало се да је реч о пуком узгредном производу еволуције – остацима некада активних гена и својеврсном „резервоару“ тренутно неупотребљених генских секвенци које обезбеђују простор за еволуцију нових гена. Мада је то несумњиво истина, данас знамо да нипошто није све: многе овакве области генома не само да нису отпад, већ имају веома важне, па и незамењиве улоге у контроли и регулацији испољавања гена – што ће рећи, у њиховом „раду“. Тиме је већ ионако сложена слика о нашој генетичкој основи постала још сложенија.

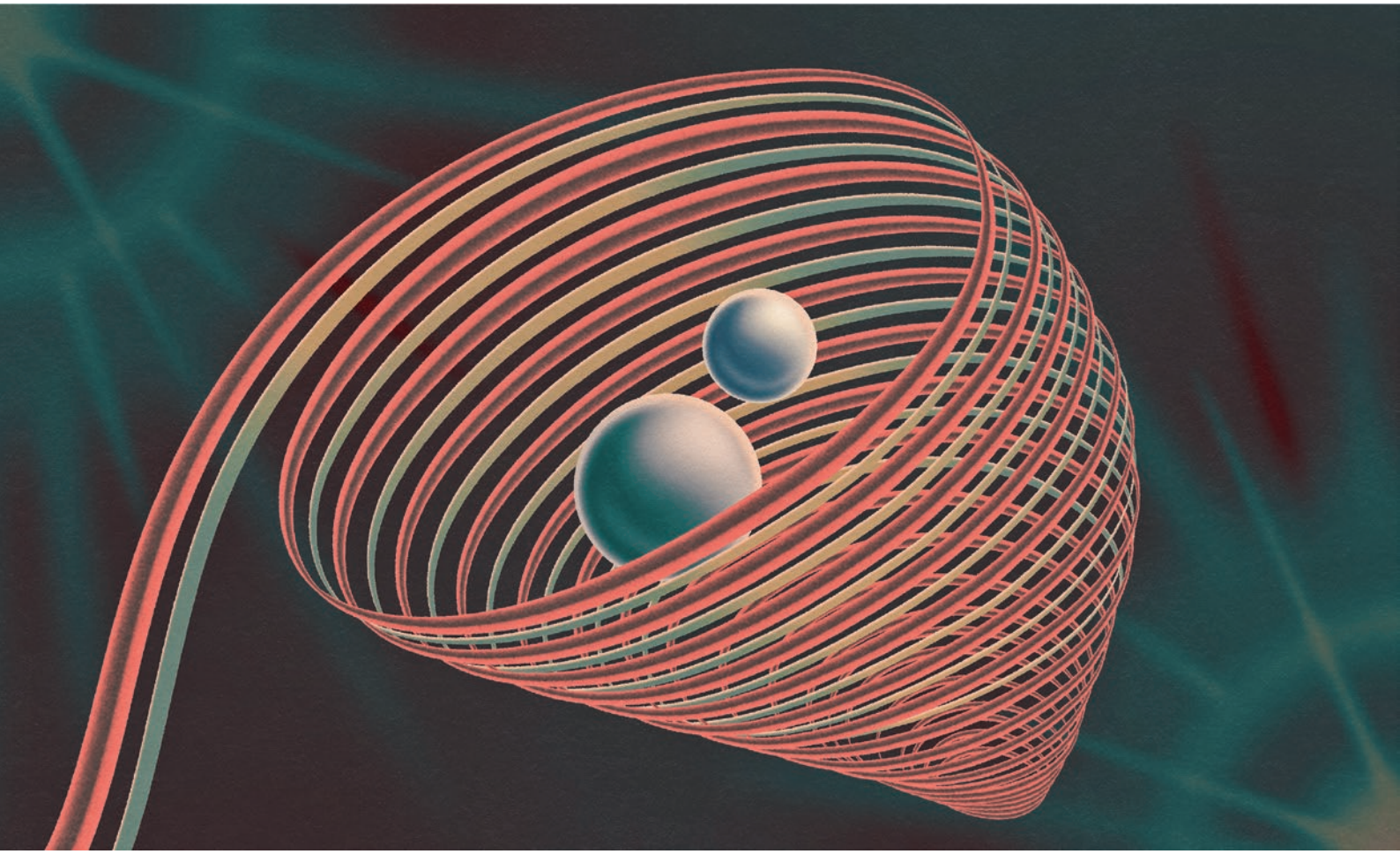
Откриће структуре ДНК означило је почетак нове ере у наукама о животу – како у погледу основних истраживања тако и у далекосежном ширењу обзорја најразличитијих примена у медицини, које су промениле набоље перспективу

Двострука завојница ДНК дубоко је прожела нашу колективну имагинацију и, као заједничка представа, дубоко се угњездила у општој и популарној култури читавог човечанства, поставши, између осталог, једна од главних симболичких икона науке – раме уз раме са телескопом и микроскопом, схематским цртежом атома или Периодним системом елемената. Како то с најдубљим увидима у свет природе по правилу бива, уместо једне „тајне живота“ постали смо свесни безброј нових

лечења милиона људи с најразличитијим здравственим проблемима. Наравно, како то често бива, овај напредак, иако вртоглаво брз по свим реалним историјским мерилима (укључујући и мерила историје науке) ипак је био преспор за спектакуларна очекивања која је откриће потакло. Током интензивног рада на мапирању људског генома крајем двадесетог века, многи су веровали да је лек за готово сваку болест надохват руке. Иако би било далеко од истине уствр-дити да се добробит од овог пројекта није већ увелико осетила, и то на много начина, његово успешно окончање само је подвукло колико тога још имамо да научимо о генима и њиховим функцијама. Данас се комплетан геном било које особе, захваљујући методама „секвенцирања наредне генерације“, начелно може дознати за дан-два. Јасно тумачење нађених индивидуалних разлика (генских полиморфизама) још је, међутим, могуће тек у ограниченом, премда нарастајућем броју случајева, који је сразмеран нашем разумевању односа између одређених генских варијанти и физиолошких или патолошких процеса у организму.

У први мах се очекивало да ће одгонетање структуре ДНК дати нови замах генетичком детерминизму (схватању да гени без остатка одређују наше особине и понашање), што се у одређеној мери и испунило, утолико што је за многе биолошке функције (или њихове поремећаје) недвосмислено идентификована генетичка подлога. Међутим, како су се путеви и правци даљих истраживања све више ширили, гранали, преплитали и усложњавали, догодило се управо супротно: разумевање грађе и функције ДНК отворило нам је очи за многе нове чиниоце који утичу на однос између генотипа и фенотипа. То је нарочито дошло до изражаја с разоткривањем вишеструких нивоа управљања испољавањима генâ, што је постало познато под збирним називом *епигенетика*. Данас нам епигенетика омогућава да појмимо због чега организми с истоветном генском секвенцом могу да се развијају и функционишу сасвим различито, зависно од безбројних чинилаца и околности који – епигенетичким механизмима – „укључују“ или „искључују“, „појачавају“ или „утишавају“ одређене гене. То, разуме се, пружа организмима значајан простор да се развијају и бивствују на начин који није у потпуности предодређен самим генским записом. Другим речима, гени нису исто што и усуд. Но епигенетика и њени степени слободе, са друге стране, нису исто што и пука произвољност. Напротив, проучавање епигенетике нам отвара поглед ка доскора непознатим нијансама финог подешавања биолошких функција на свим нивоима – од гена, преко информационе РНК и безбројних беланчевина до сложене грађе и улога различитих ћелија, ткива, органа, органских система, и напослетку, организма као недељиве целине. Када се овоме придода сазнање да поједине епигенетичке (стечене) промене могу да се пренесу и на потомство, многи су успон епигенетике дочекали као повратак Ламарковим гледиштима о еволуцији која тече наслеђивањем стечених одлика. Но таквим закључком би се превидела чињеница да се епигенетички механизми – као што грчки префикс „епи“, који дословно значи „на [нечему]“, и сведочи – тек надовезују на оне генетичке, зависне од информационог записа чију је структуру открило четворо протагониста наше приче. Тиме је еволуциона биологија данашњице заправо још снажније усмерена ка „проширеној синтези“, где се еволуција, развиће и екологија сустичу на нивоу читаве биосфере.

Разуме се, с открићем наследне основе живих бића постало је могуће развијати технологије којима се генски запис људског организма – а и било ког другог – може не само ишчитавати већ и циљано мењати, што је током прошле деценије знатно олакшано развојем молекуларног система



названог *CRISPR/Cas* (ето још једне Нобелове награде, коју су за овај помак добиле Емануел Шарпентије и Џенифер Дудна). Овакве могућности су неминовно покренуле дубока етичка питања, призвавши у умовима многих архетипски лик доктора Франкенштајна, кога је Мери Шели за сва времена оживотворила давног, кишовитог и тмурног лета 1816, када се о генима или молекулу ДНК још није знало баш ништа. Иако нас ова врхунска приповест, која је доживела и доживљава безбројне одјеке и надовезивања, и данас најозбиљније опомиње на опасности које носи необуздани људски (а посебно научнички) хибрис, неспорно је да је генетичко инжењерство донело човечанству велику добробит (помислимо само на синтезу инсулина) и да има потенцијал да донесе још већу – нарочито ако у дебати о границама између етичне и оправдане употребе од ризичне или морално неприхватљиве успемо да пронађемо трезвен и рационалан пут. Ова тема, која изискује свеобухватну интердисциплинарну дебату, свакако спада међу најважнија питања односа између науке, филозофије и друштва. Јер, технологије засноване на ДНК се данас, осим у медицини и фармацији, примењују – или „куцају на врата“ – и у разним другим областима: пољопривреди и прехрамбеној индустрији, форензици, екологији и очувању животне средине, па чак и информатици.

Иако су могућности примене сазнања генетике у циљу очувања и унапређења људског живота и здравља бројне и разноврсне, вероватно највећа надања у том смислу данас ипак буди концепт персонализоване медицине. Укратко, са могућношћу да анализирамо генски запис сваке особе, ми све више долазимо у прилику да „дотерујемо“ терапију или лекарске савете према индивидуалним специфичностима организма, било у погледу избора лека, режима дозирања или других облика циљаних интервенција, а у појединим случајевима можемо чак и да прорачунамо ризик да неко оболи од одређене болести у будућности. С обзиром на огромне предности оваквог приступа, којим се може избећи озбиљан проблем да генерички стандардизована терапија неретко прераста у пословичну „Прокрустову постељу“, а највероватније и разбити актуелна „пат-позиција“ у борби против неких од најтежих обољења нашег доба, група стручњака Светске здравствене организације већ је изнела

процену да ће до 2049. године практично сва медицина бити персонализована. Наравно, ни овај правац развоја генетике није лишен етичких изазова – присетимо се само култног филма „Гатака“ Ендруа Никола, снимљеног пред сам крај претходног миленијума као својеврсно упозорење текућем.

Откриће структуре ДНК такође нам је пружило важно оруђе у проучавању еволуционе историје живих бића, укључујући и нашу сопствену врсту. Штавише, захваљујући развоју изузетно осетљивих техника изолације ДНК из древних људских или животињских телесних остатака (опет Нобелова награда, овог пута додељена шведском генетичару естонског порекла Свантеу Пебу) указала нам се панорама сложених процеса који су обликовали еволуцију савремених људи, уз бројна преплитања, рачвања и слепе огранке – сасвим далеко од широко распрострањеног, а илустраторима и дан-данас, нажалост, прилично омиљеног приказа еволуције која је водила ка *Homo sapiens*-у у виду линеарно нанизаних човеколиких бића која се постепено усправљају. Стварност је, међутим, богатија и сложенија од свих наших одомаћених представа, а ишчитавање и поређење древне и савремене ДНК нас – сасвим у коперниканском духу – још једном опомиње у којој је мери наше постојање на овој планети плод јединственог стицаја околности.

У још ширем контексту, откриће структуре ДНК омогућило је да се питања о пореклу живота поставе на чврсту научну основу. Данас су проучавања потенцијалних путева настанка оваквог макромолекула, кадрог да чува и преноси наследне информације, као и да омогући њихову активну улогу у образовању и функционисању биолошких система, увелико постала саставни део револуционарног подручја интердисциплинарне синтезе којом се животу приступа у најширем, космичком контексту. То подручје познато је под називом астробиологија. Ту се, између осталог, упоредо изучавају пребиотичка (хемијска) еволуција која је изнедрила прве молекуле ДНК (до чега је највероватније дошло посредно, након дугог раздобља такозваног „РНК света“, где је РНК, за коју већина научника сматра да је морала настати пре ДНК, у себи обједињавала улогу наследног записа и каталитичке матрице за синтезу протеина) и предуслови за постојање живота изван наше планете – при чему тај живот не мора бити заснован на ДНК или сродним макромолекулима, али би, према све популарнијој „информатичкој“ дефиницији, морао да подразумева сличне обрасце чувања и функционалног испољавања наследних информација. Другим речима, већ смо начинили прве, још тетураве кораке ка космичком уопштавању појма живота.

Тог пролећа педесет и треће, од којег нас, ево, дели већ седам деценија, завршна реченица кратког чланка објављеног у престижном часопису *Нејчер* где су Вотсон и Крик представили свету велико откриће – „није нам промакло да оваква структура сугерише потенцијални механизам копирања наследних информација“ – остала је упамћена као врстан пример пословичног енглеског „умањеног израза“ (*understatement*). Двострука завојница ДНК отад је дубоко прожела нашу колективну имагинацију и, као заједничка представа, дубоко се угњездила у општој и популарној култури читавог човечанства, поставши, између осталог, једна од главних симболичких икона науке – раме уз раме са телескопом и микроскопом, схематским цртежом атома или Периодним системом елемената. Када се осврнемо за собом, сасвим је јасно да нам је ово откриће отворило пут ка многим новим питањима, ништа мање далекосежним од питања на која смо добили одговор. Како то с најдубљим увидима у свет природе по правилу бива, уместо једне „тајне живота“ постали смо свесни безброј нових. Но можда се животу и његовим тајнама и може прићи само кроз вечито отварање врата што воде ка неслућеним димензијама стварности које увек надилазе све што смо претходно знали. Можда је свака „тајна живота“ неминовно тек почетак. Јер – како нам Фридрих Ниче поручује знаменитим речима свог Заратустре – живот је управо оно што себе свагда мора да превазилази. —Ⓔ

Аутор је рођен у Београду, где је завршио Пету београдску гимназију (1991) и Медицински факултет (2002). Специјализацију из имунологије стекао 2015. Докторску дисертацију под насловом „Значај експресије Вилмсовог туморског гена-1 код деце са акутном леукемијом“ одбранио је на Медицинском факултету у Београду 2016. године. Звање научног сарадника стекао 2018. године. Од 2007. запослен је у имунолошкој лабораторији Универзитетске дечје клинике у Тиршовој. Главна интересовања у научноистраживачком раду обухватају примарне и секундарне имунодефицијенције, малигна обољења дечје доби, функционална испитивања имунског система, али и научно-филозофска разматрања еволуције живота на Земљи (и потенцијално другде у васиони). Од 2006. аутор и водитељ научне емисије Соларис на програму Радио Београд 2. Активно учествује у популаризацији науке и промоцији научног погледа на свет кроз новинске чланке, ауторске текстове, предавања и разговоре, као и преводе одабраних научнопопуларних или критичко-аналитичких дела.

Шта је то у нашим генима – што је извор страха ка новим временима?

Врхунци и странпутице интерпретација открића ДНК и прикљученија у популарној култури

ТЕКСТ:
Павле Зелић

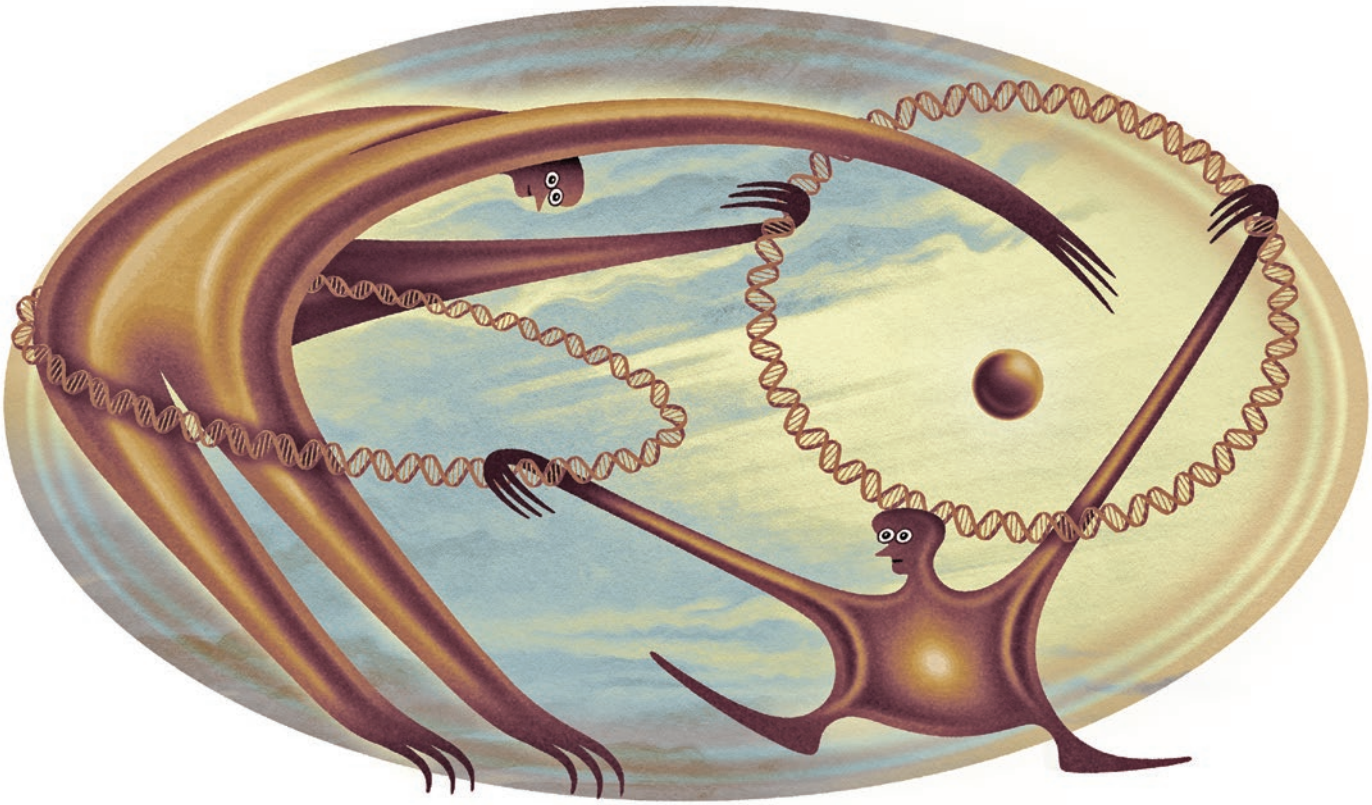
ИЛУСТРАЦИЈЕ: Јаков Јаковљевић

ДА ЛИ СТЕ КОЈИМ СЛУЧАЈЕМ ГЛЕДАЛИ ТВ серију „Забрањена љубав“, код нас познатију по имену главне јунакиње – Жаће? За оне који прате и сећају се Касандри, Љовисни и осталих латино (америчких) теленовела које су суверено владале ТВ екранима у Србији и окружењу пре деценију и две, управо је ова бразилска серија из 2001-2002 (емитована најпре на БК ТВ 2002-3, а затим још неколико пута) године са пуних 250 епизода била својеврстан врхунац оваквих ТВ формата. Како у погледу амбициозности (читај буџета) продукције, тако и у квалитету сценарија, глуме и следствено – популарности, и то не само у Србији већ на скоро стотину тржишта васцелог света.

Нама је можда била посебно занимљива и блиска, јер се великим делом пред Бразила, дешавала у Мароку, најављујући каснију фаму за сличним савременим муслиманским, односно турским серијама. Следи поента: мало ко ће се сетити да је основни драмски конфликт ипак потицао од нечег сасвим другачијег, очигледног из оригиналног наслова серије *O clono* (Клон). Наиме, главни јунак је клониран!

За потписника ових редова, то је био преломни тренутак, када сам схватио да је, управо кроз тему клонирања – научна фантастика, па и наука, односно комплетан претходујући развој молекуларне биологије, а пре свега проналаска структуре ДНК који славимо по 70. пут ове године – ушла у буквално све поре популарне културе.

Штавише, насупрот стереотипу сапунске опере, управо је „Забрањена љубав“ / „Клон“, отворила неочекивано дубока спиритуална питања, емотивно поентирајући (*spoiler alert!*) са одласком Леа, првог клонираног човека на свету самог у пустињу да нестане, након спознаје да, иако је у свему савршена копија погинулог јунака Ђога, нема „душу“ и не може спознати љубав.



ЧУДНО ОТКРИЋЕ БЕШЕ ДНК

Упитан над темом чланка: „интерпретације открића ДНК и последичних научних иновација у популарној култури“, и трудећи се да бар делимично избегнем замку простог набрајања дела која са истом имају везе, нашао сам се у необичној позицији да преиспитујем – шта је уопште та такозвана „популарна“ култура? Постављена насупрот некакве „не“-популарне културе, или-ти „озбиљне уметности“ (која ваљда никог не занима) истовремено је пежоративни термин али и ударничка значка – печат једног од најбитнијих квалитета било ког дела фикције на којем пише: „људи ово воле!“. Овај знак препознавања и покуде – и после свих Оскара додељених „Господару Прстенова: Повратку краља“ (2003) и „Све у исто време“ (крњег превода наслова: *Everything Everywhere All at Once* 2022.), Пулицерових награда за фантастичне стрипове („Маус“ 1992.) и небројених других признања – и даље са поносом носе цели ниподоштавани и презрени књижевно/филмски жанрови: СФ, хорор, епска фантастика, кримић, љубић и сви остали –ићи – или пак читаве уметности попут стрипа.

Ми неретко узимамо здраво за готово етимолошки веома упитне појмове који и сами имају флуидна и променљива тумачења у стручним анализама попут ове, и колективној свести конзумената који само желе да истовремено буду забављени, и удаљени од досадне свакодневнице. Ипак, уколико поп-културу задржимо у домену наречених жанрова, а посебно медија филма, телевизије и нарочито стрипа, у другој половини 20. века па надаље, ствари постају донекле јасније и обухватљивије.

Однос те и такве популарне културе и науке, њихово дубоко међусобно неповерење, неразумевање па и отворена узајамна критика је можда понајбоље оличен управо у примеру представљања открића ДНК и сродних тема, и то нарочито након чувеног проналаска двоструког хеликса 1953. године од стране Џејмска Д. Вотсона и Франсиса Крика. Јер, када се ова бомба од вести у научним круговима спустила на ниво обичног човека, односно до писаца, сценариста, уредника и продуцената који такве теме интерпретирају заинтересованим масама, десило се једно велико... ништа.

Требаће да прође пуна деценија пре но што ће стрип сценариста Стен Ли 1963. измаштати „Х-људе“, мутанте који своје супермоћи дугују не више појединачним инцидентима (радиоактивни паук), предметима које користе (зелени фењер), или чињеницом да су ванземаљци (Супермен), већ су рођени са тиме, односно део су њиховог наслеђа, илити гена. Аутори којима би ова тема била најзанимљивија и најближа – писци и сценаристи СФ-а и фантастике уопште – и даље су у то доба били фасцинираниј визуелно атрактивнијим пробојима у сферама истраживања свемира (и могућих контаката са ванземаљским облицима живота), роботиком и нуклеарном енергијом.

Ни само откриће ДНК нити Вотсон и Крик нису запалили машту писаца и сценариста на начин који су то учинили Тесла, Киријева, Опенхајмер, Тјуринг или Хокинг. Могуће да је управо зато сâм Џејмс Д. Вотсон 1968. објавио једну од најчувенијих научно-популарних књига *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA* која је 1987. адаптирана у успешан британски играни филм *Life Story* (или драматичније назван *The Race for the Double Helix* у САД) продуциран од стране Би Би Си-ја, све са чувеним Џефом Голдблумом у улози Вотсона. Исти, у то доба један од најпопуларнијих глумаца Холивуда, касније ће поново посетити свет гена у без сумње најуспешнијем филму односно серијалу на тему ДНК – „Парку/свету из доба Јуре“ 1996. и надаље, док га је за улогу Вотсона можда препоручила „Мува“ Дејвида Кроненберга из 1986. – најјезивији хорор базиран на мутацијама гена – па тако Голдблим има ваљда једини „хет-трик“ на тему ДНК у филму.

Чак се и Франсис Крик надовезао на успех овог филма са сопственом књигом *What Mad Pursuit: A Personal View of Scientific Discovery*, из 1988. године, а исто ће учинити и трећи добитник Нобелове награде 1962. године – Морис Вилкинс са аутобиографијом *The Third Man of the Double Helix*, и то тек 2003. године.

Једина особа из, како је у овим делима често навођено „конкурентских тимова“ која није могла да капитализује на својој слави је биофизичарка и кристалографкиња Розалинд Френклин. Њена пак прича, постала је синоним за ниподоштавање и сексизам у науци, јер је управо она била заслужна за „Фотографију 51“, својеврсни Свети грал генетике и први дифракциони снимак двоструког хеликса ДНК, а остала је ускраћена за Нобела, па макар и постхумно (умрла је 1958. у 37-ој години живота), па чак и у много чему јавно признање уопште. Бар ју је глумила Никол Кидман у квалитетној позоришној представи на лондонском Вест Енду 2015.

ПУСТИ, ПУСТИ ДНК! (У МОДУ...)

Пре више година, у успутном београдском сајамкњигашком штандовском чаврљању, сазнах за необичан издавачки концепт који је деловао истовремено логично и комплетно невероватно. Наиме, неименована важна особа из света издаваштва из Србије и у региону мртвог језика који сви говоримо – „српско-хрватског“ ми се поверила како на највећем европском сајму књига у Франкфурту одабрани издавачи добијају својеврсне... *смернице*. Наиме, оне су се односиле на то који ће мотиви, теме и јунаци доминирати популарном књижевношћу за годину-две-три, како би се благовремено спремили на одређене преокрете и покуповали права за одговарајуће ауторе/издања/серијале.

У преводу, ако су претходних година хит били зомбији, следи нам доба романа о вампирима, ако су хероји долазили из радничке класе наследиће их поштена интелигенција, ако су лоши момци о(без)личавани у облику мултинационалних корпорација сада ће примат имати тајна друштва/секте итд, ако смо се бавили дистопијским визијама света следе породичне драме (са вукодлацима!)... Иако овакво картелско удруживање из данашње перспективе делује мало вероватно чак и на нивоу издавача, и пре ће бити да је „накарикано“ на одређени начин од стране мог саговорника, примамљиво је размишљати како из једног хипотетичког центра моћи популарне културе *неко* дефинише шта ћемо читати (гледати, слушати...) по систему извлачења из шешира.

Да ли ја на том поп-културном лотоу некад седмицу убо и ДНК?

Могло би се рећи да јесте јер је постојало конкретно доба када су све теме везане за генетска истраживања и „мистерију“ ДНК малтене доминирала јавним простором. Ипак, заслугу за то више има клонирање овце Доли 1996. него ишта друго а подељена мишљења о могућностима и опасностима манипулације гена су изазвала дубок јаз између научне заједнице и креатора популарних садржаја, да га никад више не премосте.

Наиме, од 1980-их па до раних 2000-их, кључни аспекти генетике из сфере науке – укључујући мутацију, хибридизацију, клонирање, генетски инжењеринг и еугенику – постају круцијални елементи поп-културе. Ове теме су малој мери присутне у приповедашту још од 19. века и „Острва доктора Мороа“ Херберта Џорџа Велса, родоначелника и овог тематског поджанра СФ-а 1896. Ипак, тек са драматичним и узбудљивим наглим развојем молекуларне биологије све оне бивају препознате као интригантни мотиви пријемчиви за масе које су о њима сазнавале из све чешћих медијских објава о научним пробојима у овом домену.

Управо у ово доба настају неки од креативних врхунаца, дела која су издржала тест времена, и представљају споне између науке и фикције. Ту је већ помињани „Парк из доба Јуре“ (хит роман Мајкла Крајтона из 1990., и још успешнији блокбастер Стивена Спилберга из 1993.) о клонирању диносауруса, а посебно „Гатака“ из 1997. Конкретно, овај филм Ендруа Никола, чији је сам наслов асоцијација на ДНК – Г, А, Т, Ц за гванин, аденин, тимин и цитозин (*Gattaca – G-A-T-C*) – говори о свету будућности у којој генетски детерминизам одређује и статус у друштву. Продуценти су за потребе што веће аутентичности и научне прецизности консултовали и „оца генске терапије“ Вилијама Френча Андерсона и

Откако је откриће двоструке спирале пре 70 година откључало молекуларну тајну живота, машта твораца поп-културе ужурбано је секвенцирала своја тумачења овог ултимативног симбола

приказали га пре премијере представницима Националног института за истраживање људског
генома (*National Human Genome Research Institute* (*NHGRI*)) САД. Не да их је то заштитило од оштрих критика научника који су филм оптужили за све и свашта, од преслободне интерпретације експресије гена, до промовисање еугеничарских идеја. Тиме су ефективно подучили Холивуд да убудуће консултује искључиво Википедију за потребе филмова, ако и то.

И исто време, дискутабилно највећа поп-културна франшиза „Ратови звезда“, или како се данас вика – „универзум“, ослонила је читаву своју трилогију преднаставака на заплет базиран на клоновима, сводећи чак и мистериозну „силу“ својствену џедајима и ситовима на наследну особину хиперпродукције којекаквих мидихлоријана („хормона силе“ које би се можда могли набављати и у каквој свемирској апотеци?).

Дубљи поглед унутар ума репликаната – вештачки генерисаних андроида/клонова у „Истребљивачу“ Ридлија Скота из 1982, је смео и озбиљан филозофски пример врхунске научне фантастике која се не плаши да постави велика питања. „Сањају ли андроиди електричне овце“, приповетка још једног, литерарног великана СФ-а, Филипа К. Дика, овде је надограђена управо у контексту теме чланка, и никада нерешене дилеме ко је заправо човек у овој причи, а ко – чак и ако очигледно није људско биће, попут Роја Батија (у бесмртној изведби Рутгера Хауера) – је можда више хуман од свих нас.

Затим се ређају све сами класици – серијал „Осми путник“, од 1979. па надаље, као и „Створ“ из 1982. истражују интеракције људске и ванземаљске ДНК. Генетски инжењеринг нашао је пут и до неочекиваних места као што су помињани „Господар прстенова“ са Урук-хаима – хибридима оркова и људи, док је пак „Аватар“ Џејмса Камерона доказао једном за свагда да ова, у касним двехиљадитим помало истрошена тема може да функционише и генерише пажњу публике (и брда пара), када год он то одлучи.

Интимније приче попут „Не дозволи ми да одем“ из 2010, сагледавају клонове „узгајане“ за резервне органе као људе веће и боље од оригинала. Тиме симболички заокружују ову тему коју је започео „Истребљивач“ пре више деценија а донекле је и сам закључио у предуго и превише чеканом наставку „Истребљивач 2049“ из 2017.

Поменућу још само комедије и драге ми филмове о клонирању и ДНК - горко-слатког „Творца“ са легендарним Питером О'Тулом из 1985. и „Четири као један“ са Мајкл Китоном 1996. За све остало укуцајте и сами кључне речи на IMDb-у па се забављајте.

ПРОКЛЕТА ЈЕ ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕИНСКА КИСЕЛИНА!

Тешко да се може изнаћи иједно друго откриће и научна тема која је изазвала више контроверзи и негативних реакција у популарној култури од ДНК и генома. Једина научна иновација која се може ставити у исти ранг је вештачка интелигенција, такође дежурни кривац/негативац у небројеним делима фантастике. Ипак, делује да је чак и *AI*, иако такође доминантно посматран кроз (не)основаним бојазнима и паранојом замућена сочива доживео дубље сагледавање и тумачења, па и чак разумевања и емпатију (сетимо се само суштински потресне „смрти“ суперкомпјутера ХАЛ 9000 у „Одисеји у свемиру 2001“).

ДНК није био те среће, већ га масовна култура, најпростије пресликавајући религиозни наратив о опасном „глумљењу Бога“ смешта у ред недодирљивих аксиома стварности које не треба чачкати и истраживати превише, а камоли истим манипулисати. Да ли је то на неки начин заиста ограничило развој науке и њене практичних апликација базираних на ДНК? Сетимо се само отпора према мРНК технологији у вакцинама против КОВИД-19 које ће нам „изменити геном“ и одговор је јасан.

И док се о самосвести вештачке интелигенције нашироко разглаба чак и у најгеричкијим заплетима најприземнијих филмова/серија па и видео игара, о великим питањима као нпр. је ли „душа“ записана у нашој ДНК или имају ли је клонови, у поп-култури се не говори (част изузецима попут ТВ сапунице из увода, и дабоме „Истребљивачу“). ДНК и геном тако остају недокучиви и удаљени а можда истовремено превише нам блиски да бисмо о њима желели да слушамо – уместо тога, пуцајмо у главу када измутирају каквог зубатог монструма.

У студији „Генетика на филму и телевизији, 1912-2020“, објављеној у часопису *Journal of Literature and Science*, мултидисциплинарни тим

истраживача са Универзитета Вандербилт у Нешвилу, Тенеси, САД из веома дисјунктних облати права, генетике, биомедицинске информатике, биоетике, друштвених и хуманистичких наука је анализирао више од 800 филмских и телевизијских епизода са причама и темама које садрже генетске концепте. Тим је кодирао податке за 109 варијабли, укључујући да ли филм или телевизијска емисија описује науку која се бави генима као корисну, ризичну или мешовиту. Открили су да се ставови значајно разликују током времена, на различитим медијским платформама и по жанру. Ово дубоко урањање у генетику у популарној култури је имало за циљ да сагледа како популарна култура утиче на ставове људи према генетици. Укратко, веома лоше.

Све у свему, филмови су генетику приказивали као ризичну (70,6 одсто) много чешће него телевизијске емисије (42,7 одсто). Ова разлика произилази из превласти медицинских и форензичких детективских телевизијских емисија које истражују потенцијал генетике за побољшање медицинске неге и решавање злочина. Хорор и научнофантастични филмови су чешће приказивали генетику у негативним терминима (74 одсто) него драме (20 одсто), које често покушавају да прикажу и предности и ризике генетике.

Задржавајући временски период и средњу константу, жанр акције је био најближи равномерној мешавини ризичних и неризичних ставова према генетици. У поређењу са акционим жанром, хорор је имао 15 пута већу вероватноћу да генетику прикаже као ризичну.

Са средњом и жанровском константом, постојале су значајне разлике међу временским периодима. Од 1970. до 1989. генетика је приказивана као ризична 90 посто чешће него двехиљадитих. И деведесетих година прошлог века ове теме су обојене чак за нијансу негативније, а право отопљавање односе наступа тек након 2010.

И ЗАНЕСЕН ТИМ ХЕЛИКСОМ...

Бројни научници су деценијама уназад тврдили како популарна култура и измишљене репрезентације науке нуде извор информација који може бити важан за јавност колико и васколика „права“ наука. Међутим, они истовремено критикују плитак и нетачан приказ проучавања генетике кроз поједностављене наративе. Поједини аутори иду тако далеко да у својој анализи рецимо клонирања у медијима филма и телевизије, имплицирају „анти-научне теме које су интринзичне

СФ жанру" и како је темељ популарне савремене научне фантастике „страх од саме науке"?!

На ово се надовезује забринутост око негативног ефекта популарне културе на научну писменост, и да измишљени садржаји нагризају вештине критичког мишљења разних циљних јавности. Односно, како ученици данас пре сазнају нешто о генској науци кроз серијал „Парк/свет из доба Јуре" уместо кроз образовни систем. Када се присетим пресимпатичног анимираног Гос'н ДНК из едукативног филма у оквиру првог филма из франшизе, признајем да не видим ништа лоше у томе. А понекад и образовни систем има нешто да научи од поп-културе – нарочито како да одређене теме учини занимљивим и пријемчивим.

Иако где има дима вероватно нешто и гори, поједностављивања овог типа нас удаљавају од решења па и прилике да се управо ови прокажени медији искористе као платформе за едукацију. Нећу спорити да је штета што, како научне информације о генетици постају све сложеније, али и потентније за озбиљне дискусије и промоишљања, биоскоп односно ТВ, па и екран паметног телефона, постају све више и више канали комуникација који наглашавају застареле, ненаучне и културолошки контрадикторне позиције да би капитализовали на страху док стварају климу дезинформација. А не мора бити тако, и у неку руку, и није било.

Утицајна књига у овом погледу била је *The DNK Mystique* ауторки Дороти Нелкин и Сузан Линде (Dorothy Nelkin, M. Susan Lindee, 1996). У њој се сугерише да се ген у популарној култури ослања на научне идеје, али није ограничен техничком дефиницијом ДНК који кодира протеин. Истичући ДНК како се она појављује у ТВ сапуницама, стриповима, рекламама и другим каналима масовне културе, аутори предлажу да ови облици „експресије" управо теме гена/ДНК пружају критички увид у саму науку у целости, више него било које друго откриће или појам. Ауторке тврде да су гени и ДНК постали својеврсне „културне иконе" са својим репрезентацијама у популарној култури, посебно подстичући генетски детерминизам. Даље се може изводити закључак да све то доприноси имплицитном прихватању „гена као суштине личности" и далеко је од тривијалног. Штавише, може довести до исхода као што су расизам, сексизам, песимизам у суочавању са болешћу па чак и подршке еугеници и идејама о „чистим и узвишеним" народима, које су пропагирали нацистички научници, али су примењивани и у најразвијенијим земљама Европе далеко у другој половини 20. века (Шварцарска до 1960-их, Шведска чак до 1976!).

Поприлична одговорност за креаторе производа који су хтели само мало генетског „зачина" у изанђалим наративима о терористима који прете да униште свет.

Коначно, и сама структура ДНК се показала фасцинантном и инспиративном по себи. Откако је откриће двоструке спирале пре 70 година откључало молекуларну тајну живота, машта твораца поп-културе ужурбано је секвенцирала своја тумачења овог ултимативног симбола. Док научници журе да дешифрују начин на који гени изражавају своје биолошке функције, наде и страхови јавности о моћи ДНК нашли су израз у како прозаичним тако и суштинским облицима.

Реплицирајући се и у креативним доменима са ефикасношћу по којој је познат, двоструки хеликс је произвео велики избор уметничких фенотипова, кроз већ истраживане класичне канале и медије, до рецимо моде. Почев од најексклузивнијих писта Њујорка, Милана и Париза – па наниже до долар-за-комад растегљивих наруквица у облику ланаца ДНК. Ти визуелно и симболички моћни мотиви постали су предмет чак и класичног сликарства и скулптуре па се могу видети по галеријама и аукцијама савремене уметности. Занимљиво је напоменути како је рецимо Салвадор Дали себе видео као првог сликара који је уградио двоструку спиралу у своје слике, и то чак давне 1963. године, у делу „Галацидалацидесокирибонуклеидацид".

Својом изванредном симетријом и спојем облика и функције, хеликси ДНК су истиснули структуру атома окаљану нуклеарном бомбом као стандардни симбол науке. *Celebrity* статус и вишеструка асоцијације које ДНК изазива – написао је историчар уметности Мартин Кемп у часопису *Nature*, поводом пола века од открића коме и сада славимо округлу годишњицу – чине ДНК „Мона Лизом" модерне биологије па и науке уопште.

Било да јој се дивимо или је се плашимо, ДНК је буквално основа свих нас, и што пре прихватимо ту чињеницу, као и могућности и потенцијале да нам то сазнање помогне у животу, пре ћемо сами себи моћи да постављамо већа и важнија питања. Питања о томе ко смо заиста и чему тежимо као појединци и врста. Или ће то за нас учинити прави или виртуелни сценаристи Холивуда најпростијим решењем које знају када се сусретну са темом ДНК. Метком у главу. —Ⓔ

Павле Зелић је фармацеут, дипломата, есејиста, новинар, критичар, писац и филмски и стрип сценариста. Већ 14 година управља и доприноси иницијативама и пројектима у области лекова и медицинских средстава у Србији, Европи и свету као менаџер и експерт. Поред тога, објавио је три књиге прозе, две графичке новеле и има неколико филмова у продукцији, а и преко две деценије се бави активизмом у култури.

СТВАРНОСТ ОЧИМА ВЕЛИКИХ ПОДАТАКА

ДВАНАЕСТИ ПО РЕДУ Мај месец математике (М3) у организацији Центра за промоцију науке и Математичког института САНУ одржао се од 14. маја до 4. јуна у Силосима Београд, на Дорћолу, под слоганом „Стварност очима великих података“.

Током трајања месеца математике, посетиоци Силоса били су у прилици да се удубе у историју, природу и ширину примене великих података, да поставе питања о њиховој доступности и етици коришћења и открију како су се велики подаци трансформисали и унапредили области као што су наука, здравство, финансије, спорт и многе друге. Представљена је и потенцијална употреба таквих података у пракси, кроз паметну пољопривреду, компјутерску анализу људских емоција помоћу вештачке интелигенције, утицај и спречавање различитих болести и приказ предвиђања климатских промена уживо са сателита коришћењем великих података.

Посебан део програма био је посвећен изложби „Жене у СТЕМ-у“ о женама пионирима у науци, технологији, инжењерству и математици, које су пружиле немерљив допринос у овим областима, упркос бројним друштвеним изазовима у срединама у којима живеле и стварале.

Б. Ђорђевић

ФОТО: Марко Рисовић, Ана Паунковић

ИГРАЈ ЗА ЧОВЕЧАНСТВО! НАУКА ЗА СВЕ

ОД 16. ДО 19. МАЈА одржан је 65. међународни сајам технике и техничких достигнућа, у оквиру којег је представљена изложбена поставка Владе Републике Србије „Играј за човечанство! Наука за све", коју је видело више од 19 хиљада посетилаца.

Овом изложбеном поставком – коју су заједно организовали Влада Републике Србије, Министарство науке, технолошког развоја и иновација, Министарство информисања и телекомуникација и Министарство просвете – обухваћене су 83 појединачне поставке 46 излагача, међу којима је било државних институција, научних института, факултета, иновационих центара, научно-технолошких паркова, добитника средстава Фонда за науку и Фонда за иновациону делатност, Астрономске опсерваторије и астрономских друштава, као и стартапова, приватних компанија и других представника привреде.

Б. Ђорђевић

ФОТО: Марко Рисовић

3Lateral
METAHUMAN
Be among the first in the world
and experience the digital
MetaHuman revolution
SERBIA
CREATES
IDEAS
that you actually
can control.
This is

ИСТРАЖИВАЧКО-РАЗ
ЗА ВЕШТАЧКУ ИНТЕЛИ

КОЛУМНА

Орбитирање #17

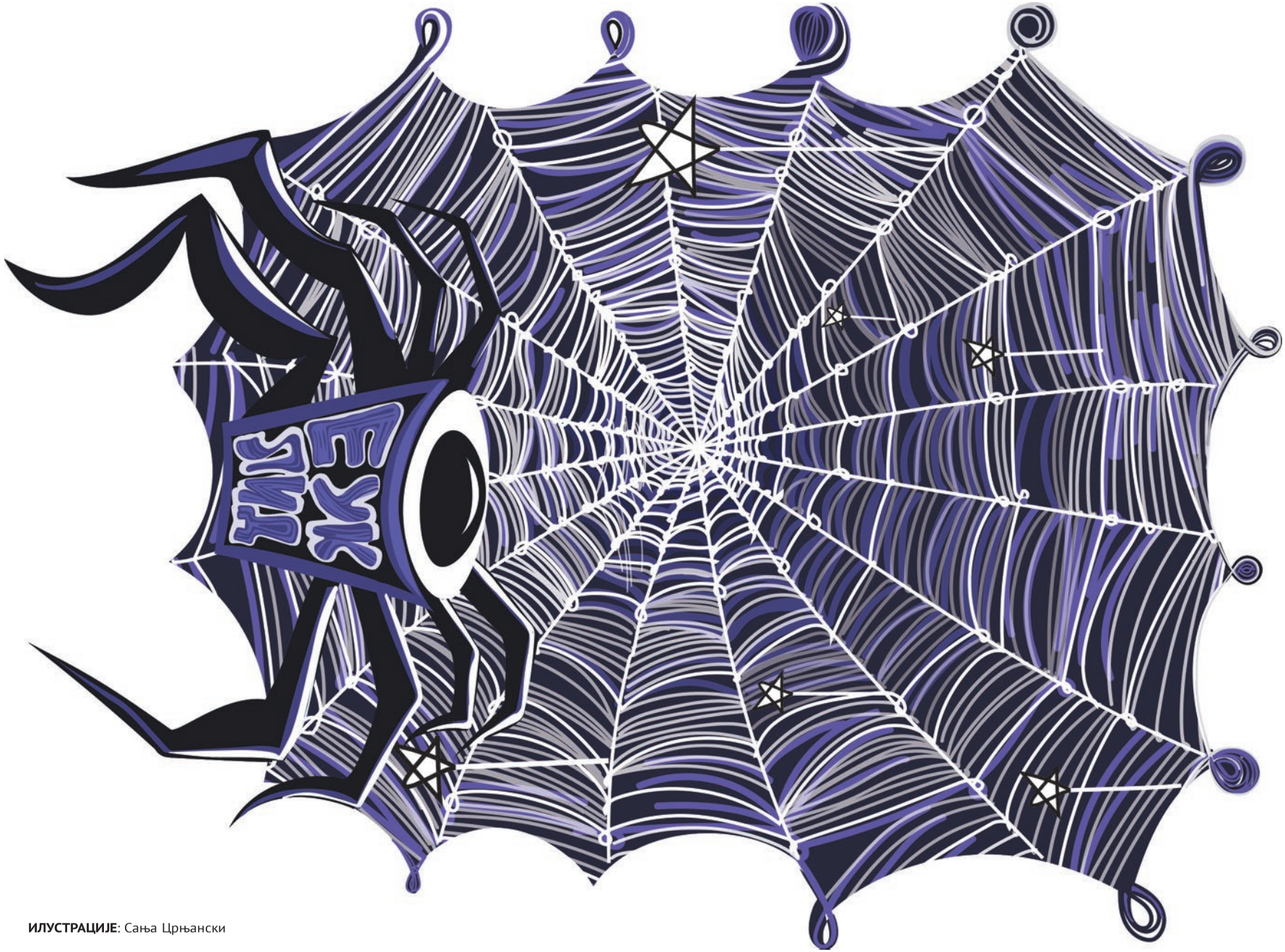
Крајем јула 2023. године, пажња астрономске јавности и љубитеља науке широм света биће усмерена на лансирање једног од најважнијих научних инструмената направљених у 21. веку – у питању је телескоп „Еуклид“. Циљ ове велике међународне мисије је разрешење неких од највећих питања о облику свемира и расподели материје у њему

ТЕКСТ:
Дарко Доневски

ЈЕДНА ОД ВАЖНИХ ПОРУКА модерне астрономске науке је да се комплексност свемира не може објаснити људском интуицијом и логиком. Као последица тога постоји дуга листа елемената космоса који се не могу усагласити са врло ограниченом људском перцепцијом. Од свих њих, геометрија самог универзума, као и распоред и еволуција материје и енергије у њему, спадају у ред најкомпликованијих и најчешће дискутованих. Верујем да су многи од вас, загледани у ноћно небо, размишљали како се свемир неограничено протеже у свим правцима. Вечно протезање свемира намеће се као „очигледно“ и „логичко“. Ипак, закључак је више резултат наше менталне слике космоса него детаљне анализе научних података. С обзиром на то да наш интуитивни „модел“ не мора да буде нужно тачан (а најчешће и јесте нетачан), неопходно је размислити како да га исправимо. Многи модели природе које је човек карактерисао као неминовно очигледне и јасне, доживели су своје драстичне промене и одбацивања током векова развоја модерне науке. Астрономија је неретко одлазила и корак даље, те је једна од наука која је најчешће оповргавала велики број нетачних или непрецизних модела. На крају крајева, не тако давно, сматрало се да је наша планета равна, јер је закривљеност Земље деловала превише суптилна да би се о њеном мерењу размишљало у научним круговима. Од Галилејових посматрања прошла су четири века, а данас знамо не само о облику наше, већ и хиљада других планета. Такође знамо да наша галаксија, Млечни пут, није центар свемира, како се сматрало почетком 20. века, већ је само једна од милијарди других галаксија. Елегантан и ефикасан начин да себе увек подсећамо да антропоцентризам не иде у корак са законима космоса. Ипак, токове размишљања о облику и густини свемира није лако испратити. Баш као што је модел сфере разрешио заблуде о „равној планети“, други тродимензионални геометријски облици нуде могуће алтернативе за нашу перцепцију „бесконачног свемира“.

ДА ЛИ ЈЕ ГЕОМЕТРИЈА СВЕМИРА РАВНА?

Да бисмо кренули са испитивањем овог проблема, хајде да прво поставимо нека важна и отворена научна питања. Једно би могло да гласи: каква је геометрија свемира? При томе, под геометријом свемира мислимо на његове локалне и глобалне карактеристике. *Локална геометрија* свемира састоји се у мерењу углова и површина локалних структура (да, и ми астрономи имамо своје „космичке“ лењире). Друго питање се односи на *глобалну геометрију*: каква је топологија свемира као целине, односно како су његови саставни делови међусобно повезани? С обзиром на то да се данас зна да структуре у свемиру формирају мрежу налик пауковој, ово питање је неодвојиво од разумевања начина на који се спајају те мале („локалне“) свемирске скале, и велике („космолошке“) скале. Другим речима, питање о топологији свемира могло би да буде преформулисано и у: *како су структуре у локалном свемирском окружењу (нпр. галаксије и групе галаксија), повезане са структурама на великој скали, попут космичких филамената кроз које се слива водонични гас којим галаксије пуне своје „гасне резервоаре“.* Уколико већ увиђате да цео концепт облика свемира одступа од већине наших интуитивних очекивања, додајте на ово и податак да се у свемиру најкраћи пут између две тачке описује закривљеном линијом. Закривљење је важно предвиђање Ајнштајнове опште теорије релативности, познато и као општа теорија гравитације. Могли бисмо да причамо данима о математичким решењима Ајнштајнове теорије. За почетак, поменимо само да је најпопуларније тумачење теорије дао научник Александар Фридман, који је дефинисао параметар који повезује густину свемира и његов облик. Фридманово решење предвиђа да, у зависности од густине материје и енергије, свемир може имати један од свега три могућа облика: (1) може бити привидно раван попут листа папира; (2) затворен, попут сфере; (3) отворен, попут седла за јахање. Визуелизација ових геометријских облика много је комплекснија него што их ми можемо представити и објаснити у овом тексту. На пример,



ИЛУСТРАЦИЈЕ: Сања Црњански

израз „раван свемир“ не односи се на дводимензионални опис са којим се често сусрећемо у свакодневном животу, већ тродимензионално „поравнање“. Ево и једне аналогије да овај појам и разлике боље разумемо. Замислите да стојимо у једном углу просторије квадратног облика. Корачајмо неколико стопа дуж зида до првог ћошка, а затим се окренимо за 90 степени, отходајмо до следећег ћошка и тако још двапут. Резултат: наћи ћемо се тамо где смо започели свој пут, тј. описали смо цео квадрат. Ово је стандардна еуклидска геометрија коју смо учили у школи. Додајмо јој још једну димензију и добићемо управо раван универзум. Међутим, уколико бисмо хтели да спроведемо идентичан експеримент на позитивно закривљеном простору који представља затворени универзум, добили бисмо другачији исход. Скакањем са Земљиног екватора ка Северном полу, а затим заокретом за 90 степени и хитрим скоком назад у правцу екватора, био би нам потребан још само један окрет да се вратимо на своју почетну тачку. Приметимо да су нам у примеру равног универзума била потребна четири окрета да се вратимо тамо одакле смо кренули, док нам је у примеру закривљеног, затвореног свемира, требало само три.

Претпостављам да се сада многи од вас питају како астрономи могу да помогну при одгонетању облика свемира. Један (условно речено, лакши) начин је коришћење космичке микроталасне позадине о којој смо писали у једном од ранијих Орбитирања. Ова позадина потиче од реликтног зрачења Великог праска, и садржи мале просторне варијације у температури ове слабашне светлости. Почетне флуктуације потекле од ширења свемира производе таласе који се крећу кроз рани универзум. Стварна вредност ових области различите температуре може се прецизно израчунати и затим упоредити са очекиваном. Уколико живимо у закривљеном свемиру, привидна величина хладних и врућих тачака ће бити већа него у случају равног свемира. Ово је као да вршимо огромно тригонометријско мерење целог космоса и исцртавамо геометрију простора. Неколико великих научних тимова је „премеравало“ геометрију космоса управо на овај начин. Тренутни закључак? Геометрија свемира је равна, сходно закључку славног математичара Еуклида из Александрије, од пре 2000 година – збир углова у троуглу једнак је 180 степени! Међутим, неколико недавних студија налаже опрез при истицању коначног закључка, пре свега због посматрачких ефеката који често нису урачунати на правилан начин.

Други метод мерења густине материје и енергије у свемиру је много директнији, али и тежи – он се своди на системско премеравање масе видљиве и невидљиве материје. Како је могуће урадити тако нешто? Најпре, неопходно је изградити телескопе са довољно моћном оптиком за снимање огромног дела небеске сфере, самим тим и статистички значајног броја космичких структура (попут галаксија). Након што се иницијални део посла обави, астрономи и астрофизичари приступају анализи података и рачунању колика је густина галаксија у одређеној запремини простора у свемиру. За област у оквиру које се запремина рачуна, често се узима цилиндар пречника неколико мегапарсека, што је вредност 100 пута већа него што је пречник нашег Млечног пута. Овако велика пространства свемира упоредива су са великим космолошким скалама, поменутим у ранијем делу овог текста. Последњи корак је израчунавање колико у свакој од тих галаксија има видљиве материје (што је еквивалентно збиру масе свих звезда, гаса и прашине), као и прављење модела расподеле материје између њих. Звучи као сизифовски посао, али резултат овог труда био би и дефинитивни одговор на питање о облику свемира. Једноставно, зар не?

ЕУКЛИД: СКЕНИРАЊЕ ВЕЛИКИХ КОСМОЛОШКИХ СКАЛА

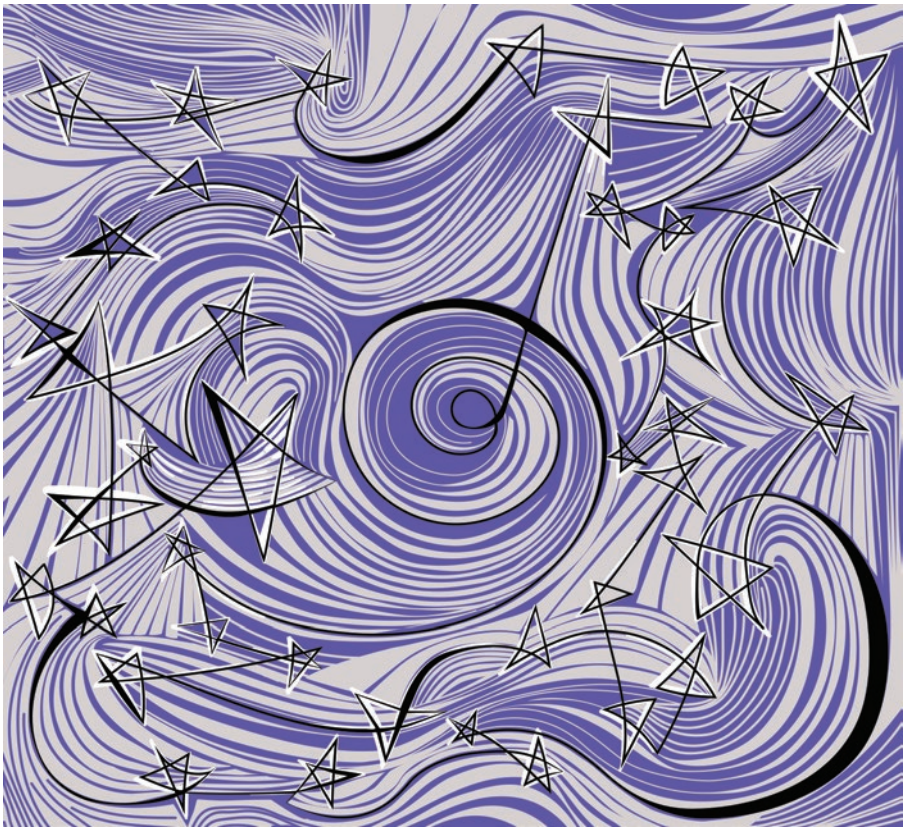
Астрономски докази који долазе од досадашњих резултата посматрања најсавременијим телескопима сугеришу да је део универзума који можемо да видимо (такозвани „видљиви универзум“) хомоген и изотропан. Хомогеност свемира имплицира да је густина космоса приближно иста, док изотропност наглашава да просторни део свемира изгледа исто у свакој тачки и у сваком правцу. Да би омогућили одговор на ова кључна космолошка питања, Европска свемирска агенција је пре 15 година започела конструисање телескопа чије име савршено осликава његову намену – у питању је „Еуклид“. Назив мисије заслужено одаје важну почаст славном старогрчком математичару који се сматра „оцем геометрије“, писцу капиталног дела *Елементи*, и првом који је увео систем научних доказа у математичке дискусије. Иако о Еуклиду из Александрије постоји мало писаних доказа, чак толико мало да су многи историчари науке сумњали да се заиста ради о историјској личности, телескоп „Еуклид“ ће бити дијаметрална супротност. Велика количина података, смештена на сервере националних института у Италији и Француској, омогућиће стотинама научних тимова лак увид у све резултате мисије.

Након вишегодишњих корекција у његовим технолошким детаљима и оптици, приближио се тренутак када ће Еуклид бити лансиран. У свемир ће га понети ракета „Фалкон 9“ приватне компаније *SpaceX*. Крајем јула 2023, космодром у Француској Гвајани биће „ужарена“ локација још једне акције која ће на тренутак зауставити дах астрономске и научне светске заједнице. Док читате овај текст, непроцењиви портељ у који је запакован телескоп „Еуклид“ успешно допловљава у гвајанску луку, одакле ће бити одвезен до своје лансирне станице. Телескоп „Еуклид“, као и све око припреме и реализације његовог концепта, лансирања и мисије, део је истоимене колаборације. Овај међународни конзорцијум јединствен је због свог обима и шареноликог спектра тимова који га чине. Конзорцијум је сачињен од 1500 научника и инжењера, чланова преко 100 институција из 20 различитих држава чланица ЕСА, укључујући и једну неевропску земљу – Канаду. Кључни део конзорцијума је научни панел, у којем се пажљиво припремају најважнија научна питања која ће бити научни приоритети мисије. Током година, панел се састајао више од стотину пута, уз исто толико активних дискусија. Често се дешавало да се научници нису слагали једни са другима око хронологије истраживања и њених метода. На крају, као и увек у гломазним и хетерогеним међународним колаборацијама, конвергирало се

ка циљевима мисије од општег интереса за целу научну јавност. Ипак, није све било идеално у почетку. Финансирање астрономских мега пројеката је изазовно и неизвесно, а телескоп „Еуклид“ је срећно настао на „пепелу“ две оригинално предложене научне мисије које никад нису добиле финансијска средства за своју реализацију. Може се рећи да је Европа у последњем тренутку направила компромис и пронашла начин да подржи овај велики научни пројекат.

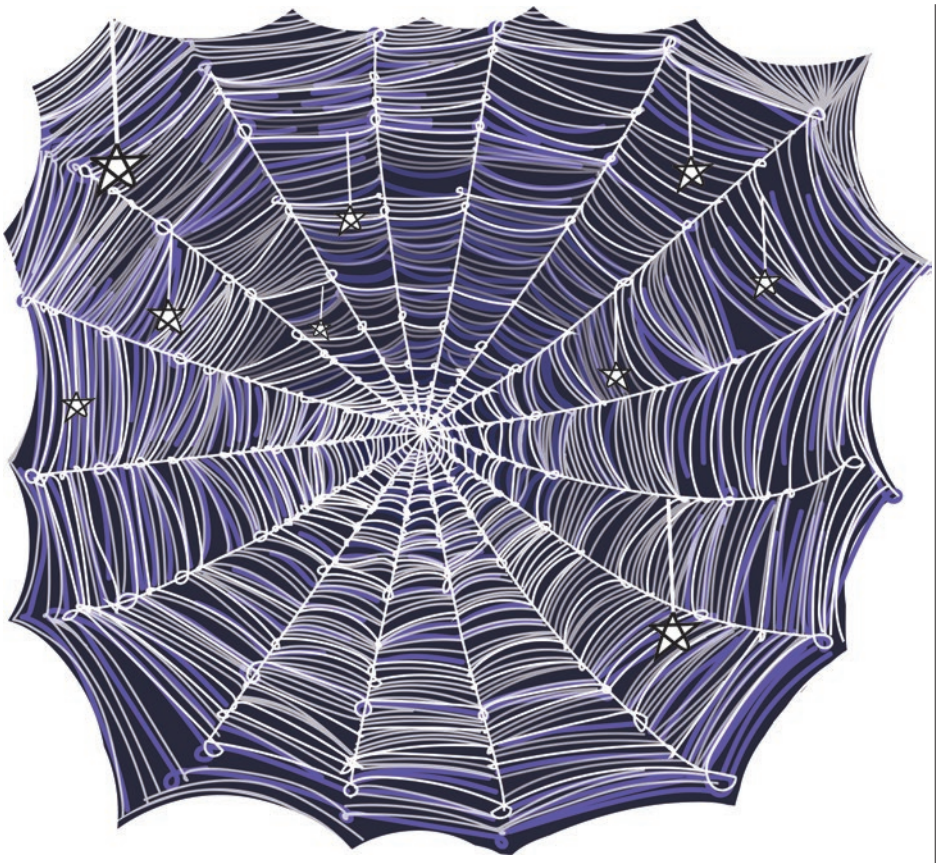
Шта можемо рећи о техничким карактеристикама свемирског телескопа „Еуклид“? Дугачак је 4,5 метара и опремљен је главним огледалом пречника 3,1 метар. Посматрања ће се вршити у два дела електромагнетног спектра, видљивом и блиском инфрацрвеном подручју. Језиком таласних дужина, то нам говори да ће Еуклид успешно снимати космичке таласе који су дугачки између 500 и 2000 нанометара, што је сличан опсег оном који користи телескоп „Хабл“. Конструкција примарног огледала развијена је у лабораторији за астрофизику у Марсељу, а трајала је последњих седам година. С обзиром на то да сам у тој лабораторији провео важан део свог истраживачког рада, често сам имао прилику да кроз специјалан прозор на балкону Института посматрам радове у инжењерској соби (тзв. чиста соба), у којој је тим техничара у белим скафандерима свакодневно пажљиво тестирао и дорађивао сваки делић „Еуклидовог“ огледала. Један од најзабавнијих тестова био је „тест трескања“, који је за циљ имао да испита издржљивост оптике на снажне пертурбације какве се могу очекивати током „Еуклидове“ свемирске „пловидбе“. Огледало је са велике трамбулине бацано увис неколико пута, све док се из резултујућих сигнала није отклонила и најмања могућност дефекта.

Хајде сада заједно да видимо како ће тећи живот „Еуклида“ од тренутка његовог слања у космос. Након што буде лансиран, телескоп ће се кретати око месец дана по такозваној Лисажуовој путањи до тачке *L2*, која је удаљена више од милион километара од Земље. У истој тачки је лоциран и највећи телескоп досад послат са наше планете, „Џејмс Веб“, па можемо условно рећи да ће „Еуклид“ и „Веб“ бити космичке комшије. Трајање мисије „Еуклид“ процењено је на шест година, током којих ће се мапирати велики део парчета свемира, чак 15.000 лучних степени, што је еквивалентно трећини целокупне небеске сфере! Примера ради, телескоп „Веб“, иако најпрецизнији и најсензитивнији инструмент икада, нема толику моћ широкопојасног посматрања неба, те ће његови каталози података обухватити 100 пута мању површину. Ово је уједно и одговор на питање зашто чак и импресивне опсерваторије, попут „Веб“ или „Хабл“ телескопа, нису довољне да нам саме разреше све мистерије универзума. Након што обави први део мисије синхроног посматрања неба, „Еуклид“ ће накнадно бити усмерен на нека од најпознатијих вангалактичких поља, опсежно истражених малих делова неба у којима су астрономи до сад идентификовали комплексни диверзитет галаксија изузетне удаљености и карактеристика. Најпознатије од тих поља је Хабло-во ултрадубоко поље. Циљ поновног, продуженог снимања тих мајушних, али дубоких поља, јесте идентификација најудаљенијих објеката, као и оних са најслабијом сјајношћу, попут далеких, планетарних система и малих галаксија (100-1000 пута мањих од Млечног пута). Све ово за циљ има да се астрономима и астрофизичарима обезбеде вредни каталози са око десет милијарди космичких објеката, пре свега галаксија. Тако велика статистика омогућиће да одговоримо на нека од најважнијих отворених питања модерне науке, пре свега на она о облику и густини свемира која смо поменули у првом делу текста.



ВЕЛИКА НАУЧНА ПИТАЊА МИСИЈЕ „ЕУКЛИД“ КОСМОС У ПАУКОВОЈ МРЕЖИ, ИЛИ: КАКО СЕ ПОВЕЗУЈУ ФИЛАМЕНТИ У СВЕМИРУ?

Материја у свемиру је аранжирана налик чворовима и нитима паукове мреже. Чворови чине места где се међусобно пресецају филаменти, својеврсни канали преноса материјала којим се галаксије хране током свог живота. Космички филаменти су џиновске структуре, највеће у целом космосу. Колико су велике, можете визуелизовати тако што ћете замислити



нашу галаксију, увећану 1000 пута и цео простор око ње испуњен још стотинама других галаксија. Млечни пут је заиста део једног таквог система, који се назива Ланиакеа суперјато галаксија. Ипак, чак и ово суперјато и даље није довољно велико да се „такмичи“ са величином космичких филамената који се протежу између „зидова“ сваког од поменутих суперјата. Дужина космичких филамената може да буде већа од 80 мегапарсека, што је једнако дужини од око сто милиона светлосних година! Филаменти у космосу су круцијални за тестирање космолошког модела Великог праска, јер је предвиђено да они директно прате не само расподелу најгушћих делова видљиве материје (звезда и гаса у јатима галаксија), већ индиректно трасирају пут којим се протеже невидљива тамна материја. Другим речима, уколико је космолошки модел Великог праска тачан и комплетан, највећа маса тамне материје требало би да буде на местима најгушћих и „најзапетљанијих“ филамената. У тим петљама је гравитациона спрега између великих галаксија најјача, а размена материје најдинамичнија. Ова илустрација нам помаже да лакше разумемо јединственост телескопа „Еуклид“: то је његова могућност да мапира протезање и размену материје на великим удаљеностима, омогућавајући нам директан увид у то како космички филаменти изгледају у различитим епохама космоса.

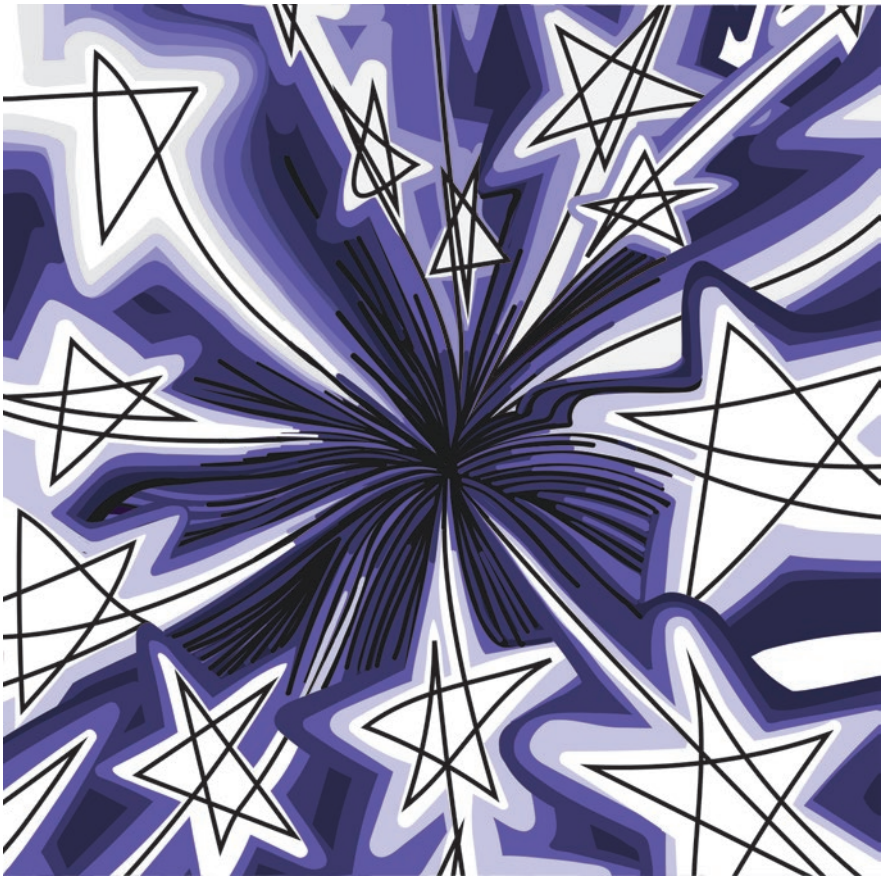
КАКО ЕВОЛУИРАЈУ ГАЛАКСИЈЕ?

Када говоримо о „различитим епохама космоса“, онда говоримо о томе колика је удаљеност небеских тела која смо уочили телескопима. Црвени помак је стандардни параметар који астрономи употребљавају да би исказали колико је нека звезда или галаксија далеко од места посматрања. „Еуклид“ ће снимати како објекте у локалном свемиру (црвеним помацима блиским нули) тако и оне објекте удаљене и до десет милијарди светлосних година од нас, на црвеним помацима већим од три. Тачно израчунавање удаљености галаксије није тривијалан посао. Астрономи ова мерења често врше фотометријским путем (на основу карактеристика слика у различитим филтерима), а кад год је могуће, прибегавамо много прецизнијим, спектроскопским методама. Управо ће спектроскопска метода бити важан део мисије „Еуклид“, с обзиром на то да је опсерваторија опремљена спектралним уређајем средње резолуције. Ако вам све ово зазвучи компликовано, немојте се уплашити. Циљ спектралних мерења је својеврсни мониторинг појављивања линија познатих хемијских елемената (на пример, водоника) у космосу, те њихово упоређивање са стандардним лабораторијским вредностима. Што је већа разлика између посматраних и лабораторијских фреквенција, то је већа удаљеност објекта. Метода омогућава прецизно мерење удаљености милиона галаксија које ће бити снимљене, омогућавајући нам статистичко праћење њихове еволуције.

ДА ЛИ ЈЕ ВЕЋИ ДЕО СВЕМИРА ПРАЗАН?

Сматра се да паукова мрежа свемира није једнако „насељена“ галаксијама у различитим раздобљима живота свемира. У младом, раном космосу, који обухвата историју од неколико стотина милиона година након Великог праска, не очекујемо превелики број згуснутих јата и протојата галаксија. Разлог за то је време (од око милијарду година) потребно да се галаксије гравитационо привуку и „закључају“ у један систем. Са друге стране, сматрамо да је највећи део универзума релативно празан, те да није испуњен галаксијама велике масе. Наизлгед празне области свемира називамо „космичке празнине“ (*cosmic voids*). Мапирање расподеле космичких празнина захтева једнак напор као и мапирање густих филамената. Неопходно је направити тродимензионални снимак значајног дела небеске сфере и затим пажљиво израчунати колика је густина гаса, звезда и прашине у различитим делићима те запремине. Уколико би се испоставило да космос као целина има занемарљиву густину материје, то би потврдило теоријске претпоставке да њим доминирају „празнине“. Оно што је узбудљиво у годинама које следе, јесте

схватање динамичких особина тог разређеног простора. Актуелна недоумица у вези са њим је да ли се и у тако разређеном простору могу формирати велике структуре, попут галаксија сличних нашој? Последња истраживања показују да је овај сценарио реалан, што додатно компликује интерпретацију ионако комплексне слике еволуције космоса. Постојање комплексних хемијских једињења, водом богатих вансоларних планета и честица прашине које су агенси органског живота, делује као сасвим разумно очекивање и за оне кутке свемира за које смо раније сматрали да су пусти и незанимљиви.



ДА ЛИ СЕ ШИРЕЊЕ СВЕМИРА МЕЊА?

Деведесетих година прошлог века космолози су дошли до изненађујућег открића да се универзум данас шири брже него у својим ранијим добима. Прецизније речено, космос се ширио од свог рођења у Великом праску, али су научници претпостављали да ће се брзина којом се шири временом успорити, услед гравитација свеукупне материје која би се опирала ширењу. Иако је за ово откриће додељена Нобелова награда, разумевање разлога за убрзано ширење свемира и даље остаје један од највећих изазова космологије и фундаменталне физике. Телескопом који је довољно осетљив да види светлост којој је требало десет милијарди година да стигне до нас, „Еуклид“ ће нам рећи како се брзина ширења космоса мењала током времена. Својим широкоугаоним погледом, „Еуклид“ ће такође истражити да ли је експанзија иста у свим правцима. Ако није, ово би нарушило оно што је познато као космолошки принцип, који претпоставља да на довољно великој скали универзум изгледа исто у свим правцима, и са сваке локације.

ГЕОМЕТРИЈА СВЕМИРА И РАЗУМЕВАЊЕ ГРАВИТАЦИЈЕ: ДА ЛИ НАМ НЕКИ ДЕЛИЋ СЛАГАЛИЦЕ НЕДОСТАЈЕ?

На крају, проблем свих проблема. Постојање тамне материје и убрзано ширење свемира сугеришу да нам можда недостаје један важан део слагалице у разумевању природе. Ова два изненађујућа открића деле једну заједничку основу: оба су у блиској вези са гравитацијом. Као што смо поменули на почетку текста, Ајнштајнова теорија гравитације описује је као последицу масивних објеката који савијају простор-време. Предмети различите масе различито деформишу простор-време, слично кликерима на танком листу папира. До сада, сва општа теорија релативности је успешно прошла све посматрачке тестове, од постојања црних рупа до гравитационих таласа. О многима од њих писали смо и у претходним Орбитирањима. Ипак, постоји једна велика разлика између свих ранијих експеримената и оног који ће извршити телескоп „Еуклид“ – ниједан тест теорије гравитације није направљен на тако великим удаљеностима и на тако разноврсним космичким епохама какве ће „Еуклид“ моћи да обухвати. На пример, мерења масе црних рупа у галаксијама до сад су била луксуз за само неколико објеката у локалном свемиру, док ће „Еуклид“ помоћи да то постане рутинирана ствар и за веома далеке галаксије, аналогне локалним џиновима попут M87 или M31. На овај начин, „Еуклид“ ће нам дати увид у то да ли се општа релативност нарушава на великим космолошким скалама. Било да је одговор на ово питање потврдан или одричан, чека нас веома узбудљив период истраживања. —Ⓔ

Дарко Доневски је доктор наука у области космологије и астрофизике. Главна област истраживања му је еволуција галаксија у раном свемиру. Професионално је ангажован на институтима за астрофизику у Трсту и Варшави, на којима води међународни пројекат који се бави пореклом прашине у далеким галаксијама. Докторирао је на универзитету Екс-Марсеј у Француској, а као гостујући научник радио је на универзитетима у Торонту, Лајдену и Тулузу. Поред истраживачког рада, активно се бави научном едукацијом и комуникацијом. Стални је сарадник часописа Елементи.

1|2|4
38
47
59
19
52
144
145
146
147
148
149
150
ХОНГ-ПЕЈЦОВ МОДЕЛ
1996
1997
1998
1999
2000
1
2
3
4
5

Разноликост против способности

Неки аутори сугеришу да већа разноликост у истраживачким тимовима може довести до бољих научних резултата, да је демократија супериорнија од владавине политичких експерата, али и да организације треба да теже ка томе да запошљавају разнолике скупине кандидата уместо оних најквалификованијих

текст:
Миљан Васић

У ФИЛМУ *ФОРМУЛА УСПЕХА* из 2011. године, Бред Пит тумачи лик Билија Бина, менаџера Оукленд атлетикса, професионалног тима америчке Главне лиге бејзбола. Ово остварење, снимљено по истоименој књизи која описује истините догађаје, прати најуспешнију сезону овог тима: 2002. године, Оукленд атлетикс постигао је двадесет узастопних победа, што је у том тренутку представљало успех који Лига није видела још од 1936. године. Иако је тај резултат био импресиван сам по себи, оно што је прославило овај случај јесте чињеница да је Бин управљао једном од најјефтинијих селекција играча у целој Лиги.

Већина тимова Главне лиге била је фокусирана на регрутовање играча који се уклапају у стереотипе успешног спортисте. Потражња је била највећа за играчима чија је физичка спремност на врхунцу и који су појединачно постизали највеће успехе на терену. Самим тим, ти играчи су имали највишу цену на тржишту, те су се тимови са астрономским буџетима практично „отимали“ за њих. Били Бин је у свету у којем је доминирао такав пословни модел видео шансу за успех свог тима. Будући да је на располагању имао ограничен буџет, био је принуђен да унајмљује мање цењене играче. Ипак, уместо покушаја да имитира пословну политику великих тимова, али са скромнијим буџетом, Бин се одлучио за радикално другачији приступ.

„Све ствари се могу свести само на један број. Ослањајући се на статистику, наћи ћемо вредности у играчима које нико други не може да види. Људске способности се често потцењују из многих пристрасних разлога и наводних слабости као што су године, изглед, понашање... Математика сече кроз све то“, објашњава у филму Бинов асистент. Како није желео да унајмљује играче који би изгледали као јефтинија верзија најбољих, Бин се опредељивао за оне које су остали менаџери игнорисали из најразличитијих разлога, као што су претходне повреде или године старости. Као резултат, Бинов тим није имао ниједног врхунског играча. Уместо тога, ослањали су се на групе од по два-три играча који су, иако појединачно мање успешни, „на папиру“ остваривали исти резултат као неки њихов успешнији колега. Другим речима, Бинов тим је имао већу унутрашњу **разноликост** у поређењу са осталим тимовима Лиге.

ХОНГ-ПЕЈЏОВ МОДЕЛ

У случају описаном у *Формули успеха* видимо како група квалификованих, али мање типичних индивидуа може да буде потцењена у погледу свог перформанса када неки задатак треба обавити заједничким снагама. Ова прича је једна од могућих илустрација општег правила које каже да, у одређеним околностима, тим који поседује већу разноликост може постизати боље резултате од тима који сачињавају чланови који

ИЛУСТРАЦИЈЕ: Никола Кораћ

су појединачно способнији, али међусобно слични. Компјутациони модел, који су дизајнирали математичарка Лу Хонг и друштвени теоретичар Скот Пејџ, истражује околности под којима ово правило важи и механизме на којима почива.

Хонг-Пејџов модел је симулација поступака и интеракција различитих индивидуа и група која има за циљ да, у идеализованим условима, утврди како групе сачињене од различитих индивидуа колективно учествују у процесу решавања проблема. Два централна елемента овог модела јесу актери, чији је задатак да пронађу што боље решење неког проблема, и „прстенасти свет“ (енг. *Ringworld*), који представља скуп могућих решења тог проблема. „Свет“ се састоји од 2000 тачака организованих у виду прстена, тако да су прва и последња тачка спојене. Свакој од тачака је додељена насумична вредност која се изражава бројевима од 0 до 100. Тачке са већим вредностима представљају боља решења задатог проблема.

Свака од особа у симулацији поседује своју **хеуристику**, односно начин приступа проблему који је специфичан за ту индивидуу. У психологији се овај термин користи да означи пречице у закључивању које се користе као замена за велике количине релевантних података које није лако прибавити или обрадити. У Хонг-Пејџовом моделу, под хеуристикама се подразумевају алгоритми које актери у симулацији користе за лоцирање могућих решења проблема. Хеуристика се изражава у виду уређеног скупа три броја од 1 до 12 (на пример, 3, 8 и 11), и различита је за сваку индивидуу. Постоји тачно 1320 могућих комбинација хеуристика и исто толико различитих актера. Другим речима, актери су одређени искључиво својим хеуристикама и то је једино по чему се међусобно разликују. Те разлике међу актерима Хонг и Пејџ одређују као **когнитивну разноликост**.

Решавање проблема је представљено као кретање по прстенастом свету у потрази за најбољим решењем. У сваком појединачном тренутку актер се налази на некој од тачака и у константној је потрази за бољом позицијом. У разматрању следеће тачке на коју ће прећи, актер користи бројеве из своје хеуристике. На пример, ако је најмањи број у његовој хеуристици 3, он ће најпре размотрити тачку која је *за три тачке* удаљена од оне на којој се тренутно налази, али неће моћи да примети тачке које су ближе, јер у својој хеуристици не поседује бројеве 1 или 2. Уколико се на првој доступној тачки налази већи број, актер прелази на ту позицију одакле тражи следеће боље решење. У супротном, узима у разматрање други број из своје хеуристике, итд. На тај начин, актер кретањем по прстенастом свету проналази све боља и боља решења датог проблема. Кретање се завршава онда када актер дође до тачке са које га његова хеуристика никако не може довести до боље позиције.

Сваки од 1320 актера појединачно учествује у кретању кроз прстен тачно 2000 пута – сваки пут са различите почетне тачке. Након тога, могуће је израчунати просечну **способност** сваког појединачног актера. Потребно је сабрати вредности свих тачака на којима је актер завршио кретање и поделити га са 2000. У зависности од својих хеуристика, неки актери ће имати релативно високу способност, а неки значајно нижу. У складу са тиме, сви они се могу рангирати у погледу својих способности од највише до најмање способног.

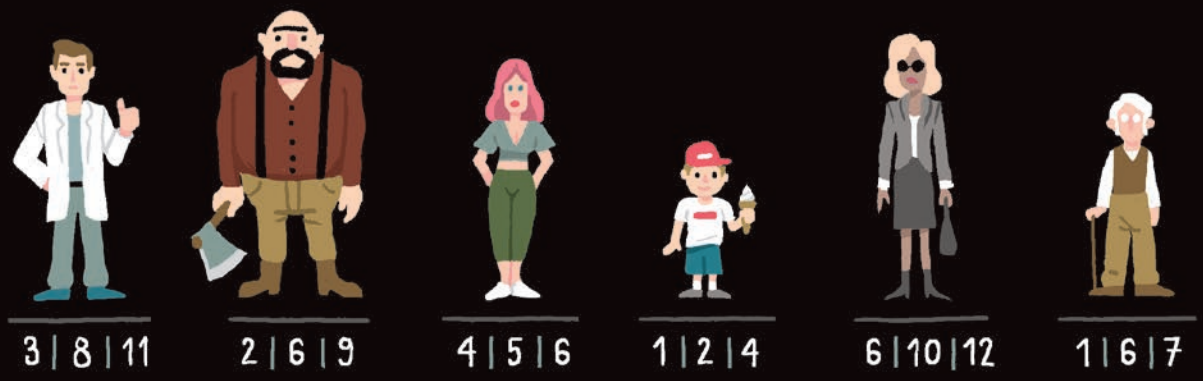
Следећи корак Хонг-Пејџове анализе је организовање актера у групе у којима *заједно* покушавају да реше проблем. Ово личи на трку са штафетом. Када актер дође до тачке са које га његова хеуристика не може даље водити, он „предаје штафету“ следећем члану своје групе који наставља потрагу за бољом позицијом. На тај начин, група може да постигне далеко боље резултате од појединачних актера. Фокусирајући се на групе од по девет актера, Хонг и Пејџ су поредили учинак групе коју чини *девет најспособнијих* актера наспрам учинка групе од *девет насумично одабраних*. Централна разлика између ових група лежи у томе што чланови групе најспособнијих теже ка томе да имају пуно сличности у хеуристикама. Ако се неки број показао као изузетно корисна алатка у прстенастом свету, вероватно је да ће бити део хеуристике многих способних агената. Насумично одабрана група ће, пак, бити шаренолика у том погледу. Резултат, и општи закључак Хонг-Пејџовог модела, јесте тај да насумично одабране групе конзистентно побеђују групе најспособнијих актера. Односно, *разноликост побеђује способност* (енг. *diversity trumps ability*).

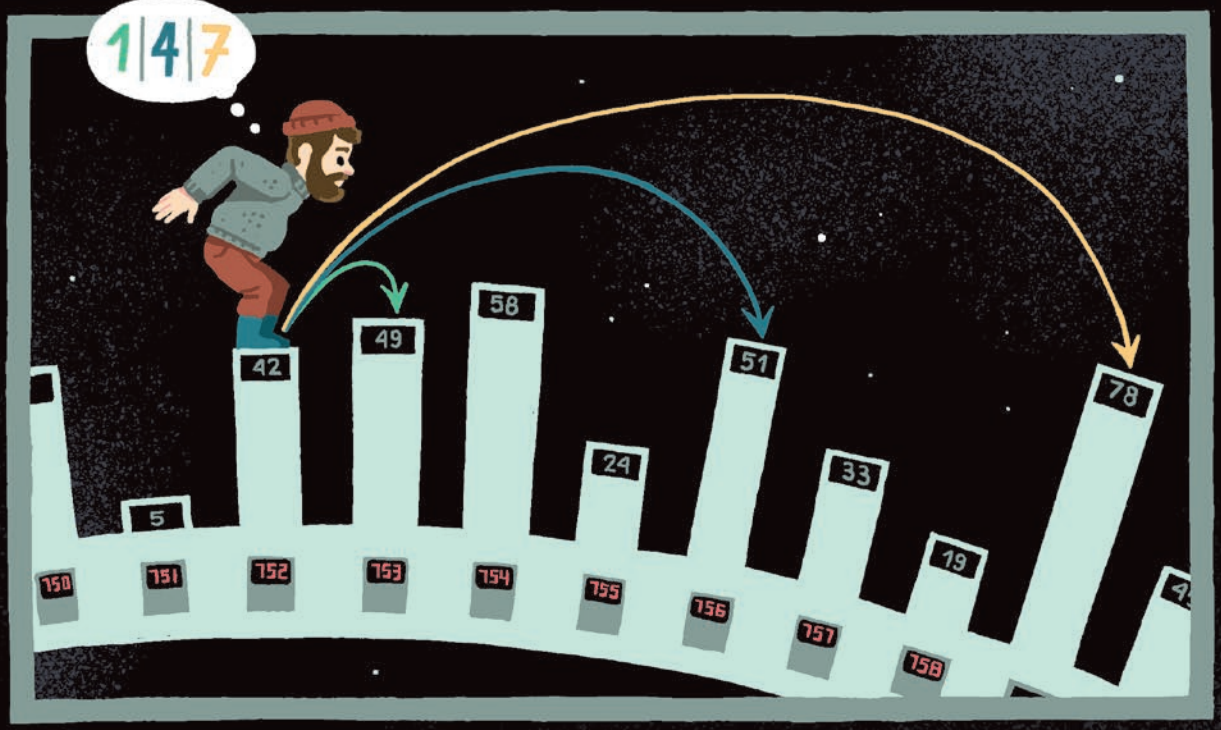
Овај компјутациони експеримент се може поновити небројено много пута. У сваком понављању се генерише нови прстенасти свет, у којем су вредности сваке од тачака другачије него у претходном. Самим тим, група најспособнијих актера ће такође изгледати другачије. Осим што свако понављање експеримента ствара другачији свет, Хонг и Пејџ су варирали и остале параметре. Експериментисали су са већим прстеновима који су ишли и до 10.000 тачака, хеуристикама које су укључивале бројеве од 1 до 20, и групама актера које су имале више од девет чланова. При свакој од ових варијација општи резултат је остајао исти: насумично одабрана група се у највећем броју случајева показује успешнијом од групе коју сачињавају најспособнији актери.

ОГРАНИЧЕЊА МОДЕЛА

Од 2004. године, када су Хонг и Пејџ објавили свој резултат, њихов модел се користи као основа аргумената у прилог разноликости у најразличитијим

2|3|5
21
28
51
34
17
55
79
40
98
27
941
942
943
944
945
946
947
948
949


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


1|4|7
5
42
49
58
24
51
33
19
78
750
751
752
753
754
755
756
757
758

областима. Неки аутори сугеришу да већа разноликост у истраживачким тимовима може довести до бољих научних резултата, да је демократија супериорнија од владавине политичких експерата, али и да организације треба да теже ка томе да запошљавају разнолике скупине кандидата уместо оних најквалификованијих. Ипак, пре извлачења овако далекосежних закључака, морају се узету у обзир и нека од ограничења овог модела.

Најпре, како Хонг и Пејџ истичу, бенефити разноликости се могу видети онда када се тим суочава са комплексним задатком. Ако је задатак који треба решити сувише једноставан, тада и једна индивидуа може бити успешнија од тима. Такође, неопходно је и да сваки од чланова поседује барем минималну компетентност која је потребна за решавање датог проблема. Испуњеност овог услова можемо видети и у случају из *Формуле успеха*. Чланови тима Билија Бина су били нетипични играчи, који су се разликовали у погледу својих способности и стила игре, али су сви били професионални спортисти.

Поред ових ограничења које Хонг и Пејџ наглашавају, неки критичари истичу чисто формалне недостатке њиховог модела. Математичарка Ебигејл Томпсон тврди да Хонг и Пејџ неоправдано користе термин „разноликост“ тамо где би правилније било рећи „насумичност“. Наиме, насумично одабрана група и група са највећом разноликошћу нису једно те исто. Максимално разнолика група би била она чији актери имају најмање поновљених бројева у својим хеуристикама. Међутим, како Томпсон наглашава, ако бисмо циљано издвојили такву групу и поредили њен перформанс са групом најспособнијих актера, не бисмо добили очекивани резултат: група најспособнијих увек побеђује у таквом сценарију. Другим речима, сматра Томпсон, Хонг-Пејџов модел нам не говори о бенефитима разноликих, већ насумично одабраних група.

Група научника, предвођена филозофом Патриком Гримом, тестирала је да ли резултат Хонг-Пејџовог модела важи и у нешто другачијим околностима. Њихова замерка је била у томе што модел на основу само једног насумично генерисаног прстенастог света идентификује ко су најспособнији актери. У том случају, ови „срећни добитници“ представљају групу људи која је најуспешније решила *један* проблем. Међутим, када употребимо израз „експерт“, обично имамо у виду особу која је квалификована за решавање читаве класе међусобно повезаних проблема; односно, експерт је увек квалификован за читаву *област*. Како би одговорили на овај изазов, Грим и колеге су осмислили проширену верзију Хонг-Пејџовог модела, у којој се исте групе актера не такмиче на једном, већ на низу међусобно сличних прстенова. Ипак, у овако проширеном моделу, групе најспособнијих актера конзистентно побеђују насумично одабране групе.

Налази Томпсон и Грима упућују на исти закључак. Практична примена сваког формалног модела почива на низу имплицитних или експлицитних услова за које није увек јасно да ли могу бити испуњени у стварном свету. Будући да ови модели претпостављају изузетно идеализоване ситуације, морамо бити свесни ограничења које носе са собом. Не смемо заборавити да је наш свет далеко сложенији од света који се састоји од једног прстена. Ово ипак не значи да нам модели попут Хонг-Пејџовог не откривају ништа о свету у којем живимо. Понекад, околности које владају у реалним условима могу бити релевантно сличне идеализованој ситуацији описаној у моделу. У таквим околностима, можемо очекивати да се општи резултат модела испољава у пракси.

ДВЕ ВРСТЕ РАЗНОЛИКОСТИ

Велике идеје померају свет. Оне могу да дођу од било кога. Ослањамо се на различитост искустава и перспектива наших запослених како бисмо подстакли иновације. Зато запошљавамо инклузивније, бирајући партнере којима је разноликост приоритет, чиме стварамо могућности за следећу генерацију, наводе у Еплу.

Морамо разумети да разноликост и инклузивност нису „нешто лепо“ чиме се бавимо поред нашег „правог посла“, већ су то ствари од кључног значаја за успех наших мисија, стоји у саопштењу НАСА.

Разноликост је суштина наших визија, мисија и вредности. Ми смо посвећени стварању инклузивне радне снаге која у потпуности осликава различите културе, искуства и гледишта, обавештавају нас Хилтон хотели.

Овакве и сличне изјаве све чешће долазе од великих компанија. Ипак, једна је ствар залагати се за бенефите разноликости међу запосленима из моралних или политичких разлога, као што су исправљање историјских неправди или пружање једнаких могућности свима без обзира на то којим друштвеним групама припадају. Тврдити да таква разноликост омогућава боље пословне резултате јер са собом носи мноштво различитих перспектива и начина размишљања нешто је сасвим друго. Међутим, у наведеним изјавама можемо видети испреплетаност једне и друге врсте аргумената у прилог разноликости. Штавише, из оваквих изјава се може закључити да многе компаније сматрају да **разноликост идентитета** са собом повлачи разноликост у погледу когнитивних способности. Управо се Скот Пејџ, кроз две књиге, позабавио питањем да ли између те две врсте разноликости постоји узрочно-последична веза.

Разноликост идентитета обично подразумева разлике у погледу расе, рода, година, етничког порекла, религије и сексуалног опредељења. Когнитивна разноликост се односи на различите начине на које људи размишљају. Интуитивно нам је јасно да између те две врсте разноликости постоји прецизна разлика. Међутим, како Пејџ тврди, у пракси ова разлика често бледи. Наши идентитети утичу на ствари које знамо, на начин на који посматрамо догађаје око себе, и на то како размишљамо.

Ипак, то не значи да можемо тврдити да особе једне расе „размишљају другачије" него особе друге расе, или да постоји „мушки" или „женски" начин сагледавања проблема. Овакве грубе генерализације настају ако се једна идентитетска категорија одвоји од осталих и ако се све индивидуе посматрају искључиво кроз призму те категорије. Свака група људи, па чак и она чији су чланови веома слични у погледу својих идентитета, барем је у некој мери когнитивно разнолика. Не постоје две особе које имају приступ идентичном скупу информација или приступају свим проблемима на исти начин. Хонг-Пејџов формални модел осликава ову чињеницу тако што не дозвољава постојање две исте индивидуе у симулацији.

Ипак, ако знамо да се сви људи донекле когнитивно разликују, а притом узмемо у обзир чињеницу да наши идентитети утичу на то како управљамо својим животима и на то како нас други посматрају, можемо очекивати да ће група са већом разноликошћу у погледу идентитета имати и већу когнитивну разноликост, сматра Пејџ. Другим речима, свака група људи је когнитивно разнолика, али групе са већим идентитетским разликама су *разноликије* од других.

Пејџ сматра да узрочну везу између две врсте разноликости не можемо *доказати*, али можемо сагледати њихове могуће повезнице и закључити да таква веза делује уверљиво. У томе се треба ослањати на статистичке податке који показују да људи са идентитетским разликама имају тенденцију да се разликују и у погледу начина на који долазе до информација или те информације обрађују. Људи који припадају истим идентитетским категоријама често читају исте књиге, гледају исте филмове, посећују исте веб-сајтове, бораве на истим локацијама или студирају сличне области. Штавише, Гуглов алгоритам за пласирање реклама, поред историје претраживања, узима у обзир и нечије године и родни идентитет. Алгоритам се базира на чињеници да се припадници различитих идентитетских група статистички разликују у погледу информација које конзумирају.

Оваква размишљања наводе Пејџа на закључак да је разложно очекивати да разлике у идентитетима играју улогу у сваком домену који се тиче људских живота, као што су образовање, финансије, здравље или забава. Због тога, он сматра да *треба* тежити ка остваривању разноликости идентитета у маркетингу, креирању јавних политика, уметности, медијима. Пејџ тврди да статистички подаци, као и резултати модела који је развио са Лу Хонг, пружају аргумент у прилог развијању разноликости на радним местима који се не ослања на моралне или политичке разлоге.

Ипак, премда статистички подаци откривају да идентитети утичу на разлике у начинима на које се неке информације стичу, из тога не мора следити да они значајно утичу на начине на које се знање *примењује*. Неки емпиријски резултати показују да је такав скок у закључивању неоправдан. На пример, серија истраживања коју су спровели истраживачи са Катедре за психологију на Универзитету у Мичигену имала је за циљ да утврди прецизност у решавању конкретних проблема од стране демографски разноликих и демографски хомогених група. Њихови резултати откривају да су предности које је демографски разнолика група испољавала непостојећи или занемарљиво мали. Они закључују да идентитетске разлике у теорији могу довести до ефикаснијег решавања проблема, али не у оној мери у којој формални модели попут Хонг-Пејџовог сугеришу.

Присетимо се случаја описаног у *Формули успеха*. Били Бин се није ослањао на разлике у идентитету када је формирао свој тим; штавише, околности су захтевале да сви чланови тима буду (релативно) млади мушкарци. Разлике које су се показале кључним тицале су се способности играча и другачијих приступа игри. Дакле, када се истичу бенефити разноликости идентитета приликом запошљавања, такви аргументи треба да почивају на морално-политичким основама, пре него на когнитивним. Примарне разлоге за такву праксу треба тражити у тежњама за равноправношћу и подједнаком заступљеношћу свих чланова друштва. Ипак, ако је циљ постизање бољих резултата, разноликост за којом треба трагати је она у погледу способности. Питање „да ли ова особа има значајно другачије когнитивне ресурсе од осталих чланова тима?" не сме да буде замењено питањем „да ли ова особа *изгледа* другачије од осталих чланова тима", ма колико одговор на друго питање био лакши. Таква пракса почива на поједностављеним претпоставкама, управо оним које доводе до грубих генерализација. —Ⓔ

Миљан Васић је студент докторских студија на Филозофском факултету Универзитета у Београду. Тренутно ради као истраживач на Институту за филозофију. Његово примарно поље истраживања је филозофија политике.

Од когнитивне до Гугл мапе и назад

Савремени људи комуницирају са својим окружењем на мање-више исти начин као и праисторијски човек. Тачно је да ми путујемо даље и да се крећемо брже, користећи паметне уређаје за сналажење у простору, али процеси који се одвијају у нашем мозгу док покушавамо да се оријентишемо нису толико различити

ТЕКСТ:
Богдан Ђорђевић

„На првој раскрсници скрените лево. Затим возите право још 800 метара, а онда скрените десно. Упозорење: на овом делу пута саобраћај је успорен. За сто метара скрените десно. Сада скрените десно. Возите још 200 метара до крајњег одредишта. За 100 метара је ваше крајње одредиште. Са десне стране је ваше крајње одредиште.“ Највећи проблем са стандардним апликацијама за навигацију, као што је Гугл мапа, јесте то што функционишу превише добро, истиче Мајкл Бонд, аутор књиге *From Here to There: The Art and Science of Finding and Losing Our Way* (*Harvard University Press, 2020*). Он је свестан да су *GPS* и паметни уређаји значајно допринели да се лакше оријентишемо у непознатом окружењу, али истовремено упозорава се да претерана употреба помоћних средстава лоше одражава на нашу способност оријентације. Бројна истраживања, попут студије о менталним мапама становника Лондона које је спровела Негин Минаи, указала су на то да се они који пречесто користе *GPS* уређаје поприлично лоше сналазе када треба да замисле или нацртају мапу града и да имају слаб осећај за оријентацију када им се ти уређаји одузму.

Део стручне јавности сматра да се у великој мери изгубила жеља за истраживањем непознатог, те да је лагани прелазак са једног на другог место, као телепортацијом, утицао на то да више не уживамо у изазовима које доноси само путовање. Један од оних који тако мисле је и Бен Кирман са британског Универзитета Линколн. Он је још 2011. године креирао апликацију за мобилни телефон *GetLostBot*, која најпре прати и памти сва места која редовно посећујете, да би вас потом намерно послала на другу страну и, у случају да сте постали превише предвидиви, покушала да разбије вашу уобичајену рутину. На пример, ако свакога дана идете на ручак у исти ресторан, апликација ће вас упутити у неки други локал и то без претходног упозорења где ћете на крају завршити. Међутим, Кирман је врло брзо уочио да тек незнатан проценат људи заиста испуњава добијене задатке. Поред људи који су одмах признали да им претешко пада да мењају своје дубоко укорењене навике, убрзо су се јавили и они са

ИЛУСТРАЦИЈЕ: Ђорђе Балмазовић / шкарт

„озбиљним“ притужбама. Један корисник је помислио да се софтвер покварио јер га је сваке недеље, уместо у цркву, упорно водио у оближњу џамију.

QUO VADIS, HOMO SAPIENS?

Пре око 75.000 година, група *Homo sapiens*-а напустила је Африку и преко мореуза Баб ел Манеб наставила свој пут дуж источне обале Црвеног мора. Шта је ову групу навело да започне своје велико путовање не зна се са сигурношћу, али је познато да су њихови потомци у наредних 60.000 година прокрчили пут до острва југоисточне Азије и Аустралије, до степа у централној Азији, а напослетку и до далеких крајева Европе и Америке. Места на којима су се задесили била су изазовнија за преживљавање од оних са којима су се суочили њихови претходници на афричком континенту. Када су кренули на путешествије, они нису ни слутили да постоји нешто попут густих прашума, удаљених острва и поларних зима. Незадовољан оним што је пронашао или, једноставно, радознао да сазна шта то универзум још крије, човек се отиснуо скоро 400 хиљада километара ван Земље и слетео на нама најближе небеско тело, Земљин сателит – Месец. „Мали“ кораци начињени у Африци претворили су се у одисеју која још траје.

Током еволуције, у периоду који је почео пре 350.000 а завршио се пре 150.000 година, код *Homo sapiens*-а се развијао истраживачки дух, једна од главних карактеристика по којој се *Homo sapiens* разликује од других врста. У праисторијско доба, када су људи живели у малим породичним заједницама и проводили највећи део времена трагајући за храном и уточиштем, размена информација са суседним групама о томе где се налазе ресурси и одакле вреба опасност, била је од суштинске важности за преживљавање. Неки еволуциони биолози сматрају да је управо ова упућеност ка другим људима допринела еволутивном развоју нашег мозга. Фосилни остаци показују да су још пре 130.000 година наши преци пешачили и више од 200 километара не би ли трговали, делили храну и, на крају крајева – оговарали једни друге. Да би се све ово остварило, било је неопходно најпре пронаћи и посетити пријатеља, потом запамтити када и где сте га последњи пут видели и, на крају – претпоставити где се он можда запутио. Као што видите, без *WhatsApp*-а није тако лако проверити где нас чека пријатељ са којим треба да се нађемо. Праисторијски

HOXTON
NEWINGTON BUTTS
R I V E
36
44
53

човек је, да би опстао, и те како развио свест о простору који га окружује и – хтео не хтео – стекао способност добре навигације.

ЈЕЗИЧКЕ ИГРЕ

Географски називи места – топоними – првим досељеницима служили су као оријентационе тачке у њиховом географском референтном систему. Градови и села добијали су описна имена, која су у многим деловима света опстала стотинама, па и хиљадама година. Тако су, на пример, бројна места у Великој Британији задржала своје живописне називе из петог века, док поједине реке на подручју древне Месопотамије нису мењале називе још од 3100. године пре нове ере. У нашем региону, велики број насеља носи сликовита имена: Зеница, која је назив добила по средишњем географском положају који подсећа на зеницу ока, Бијело Поље, некада препознатљиво по пољима белих рада, Пећ, место које је добило име по оближњим пећинама, Лесковац, назван по шумама леске, Сланкамен, чији назив потиче од извора слане воде, а сличних примера има још много.

Мрежа коју чине места са описним именима некада може бити од животног значаја. То врло добро знају ескими који поједине називе преносе с генерације на генерацију, како би успели да упамте путање којима се крећу санкама, с обзиром на то да је реч о стазама које нестају у пролеће, када се снег отопи, и зими, када мећава потпуно прекрије њихове трагове. Значај који придајемо топонимима одувек је одражавао нашу потребу да упознамо свет који нас окружује. Имена из прошлости омогућавају нам да данас разумемо наше претходнике, али и да измаштамо шта би на одређеним поднебљима могло да се догоди у будућности.

Једна од претпоставки Џона О'Кифа, неуронаучника који је 2014. године добио Нобелову награду за медицину, јесте да је сам језик еволуирао како би људи могли међусобно да деле информације о томе где се шта налази у физичком простору. Он напомиње да су сви језици света засновани на предлозима који описују просторне односе између места и објеката. Предлози као што су „испред", „иза", „код", „над", „кроз" или „преко" означавају правац и удаљеност исто као што то раде вектори у геометрији. Оно што њима даје посебну вредност је то што поред буквалног значења, као, на пример, у реченици „Од Пожаревца до Смедерева", постоји и метафоричко, попут оног у фрази „Од сјаја до очаја". Просторне метафоре су свеприсутне. Следећи пут када вам неко из „круга познаника" или неко кога сматрате „блиским пријатељем" каже да „се ставите у њихову кожу" или „оставите све иза себе", знајте да из њега проговара мозак првобитног човека.

Бити изгубљен само по себи звучи ужасавајуће, а страх од саме помисли да смо се изгубили је чврсто утемељен и у нашој култури. Деца изгубљена у шуми су чест мотив у модерним бајкама, баш као и у античкој митологији

КОГНИТИВНЕ МАПЕ

Захваљујући Џону О'Кифу, као и брачном пару из Норвешке, такође нобеловцима, Едварду Мозеру и Меј Брит Мозер, данас знамо да мозак функционише на сличан начин као *GPS* систем. Овај систем састављен је од више међусобно повезаних региона мозга и разноврсних типова ћелија. „Ћелије места" (*place cells*) сигнализирају нам где се налазимо, а „ћелије правца" (*head-direction cells*) куда смо се запутили. „Граничне ћелије" (*boundary cells*) говоре нам о границама неког простора, док „мрежне ћелије" (*grid cells*) обезбеђују метрику простора.

Појам когнитивних мапа први је увео психолог Едвард Толман. Реч је о апстрактним мапама околног простора које наш мозак креира и уз помоћ којих се лакше оријентишемо. Ове мапе су првенствено мапе времена, а тек онда просторне мапе. Људи са оштећеним *GPS* системом мозга често губе контакт са прошлошћу, тешко формирају дуготрајна сећања и никако не могу да замисле будућност. Несвесни његовог постојања, овај систем примећујемо углавном тек кад нас изневери. После свега наведеног, може се извести закључак да је вид само једно од чула које нам помаже да боље разумемо простор око нас. Слабовиди такође могу да се крећу ка циљу и да се истим путем врате на стартну позицију, али им је то путовање кроз комплексни тродимензионални простор прилично отежано. Осећај који им помаже да се оријентишу назива се и „тихо чуло", а објашњава се управо когнитивним мапама.

Од Меј Брит Мозер сазнали смо и то да памћење боље „ради" када неку асоцијацију повежемо са одређеним местом. „Ако из дневне собе кренете у кухињу да бисте узели нешто, па успут заборавите по шта сте тачно пошли, најбоље решење је да се вратите у дневну собу – одмах ћете се сетити шта вам је то било потребно",

истиче Мозер и додаје да су бројне студије поткрепиле ову тезу. Асоцирање на основу места је принцип иза кога стоји древна техника памћења, позната као „палата меморије“ или „палата ума“. Ову технику користили су славни антички говорници за време надахнутих говора, замишљајући себе како шетају улицама града или својих домова, а „палату меморије“ успешно је примењивао и чувени детектив из романа сер Артура Конана Дојла – Шерлок Холмс.

КАДА ЈЕ ПУТОВАЊЕ ВАЖНИЈЕ ОД ЦИЉА

Психолози са Универзитета Алберта у Едмонтону, у Канади, Ед Корнел и Доналд Хет, спровели су јединствен експеримент који им је омогућио да боље разумеју понашање деце када се изгубе. Они су, подстакнути питањем полицајца који је желео да зна колико далеко може да оде један деветогодишњак ако залута, контактирали родитеље стотинак деце старих између три и тринаест година. Након што су добили одобрење свих родитеља, замолили су сваког од малих испитаника да их одведе до најудаљенијег места од куће на ком су били. Истраживачи су их пратили, скицирајући руте, посматрајући њихово понашање и успут мерећи пређену раздаљину. Деца су имала сву слободу да сама доносе одлуке. У сваком тренутку су могла да застану, врате се кући или позову родитеље. Закључак експеримента је био јасан – деца једноставно неке ствари раде другачије.

Оно што је изненадило многе, а посебно родитеље, јесте да деца могу да одлутају доста даље него што се претпоставља. Али оно што је Корнела и Хета највише занимало било је којим путевима су деца ишла и како је њихов пут изгледао. „Пратили смо их свуда“, присећа се Корнел и додаје: „Пречицама кроз тржне центре, преко празних и снегом прекривених дворишта, чак и на фудбалску утакмицу која је била у току.“ Ниједно дете није директно отишло на своје одредиште. Девојчице и дечаци су лутали, шутирали лишће, бацали камење, а један дечак се попео на ватрогасни апарат да би имао бољи поглед. Све и свашта им је одвлачило пажњу, мада су многи и сами признали да више не знају где се тачно налазе. Рекорд је, ипак, оборио дечак који је ходао више од два сата. Сазнали су и то да деца осећају велико задовољство током самог путовања, једнако као што уживају док су на крајњем одредишту.

„Ући у непознато двориште, пронаћи тајни пут, открити место које је само теби познато, тајну тврђаву, пећину – деца воле све те ствари. Они тако упознају себе, побољшавају своју меморију, уче како да користе путоказе“, каже Корнел. Он сматра да слобода коју дајемо деци утиче на њихову свест о простору и подиже им самопоуздање да се у њему крећу. Психолози су прикупили бројне доказе о томе да деца којој је дозвољено да се слободно крећу имају бољу оријентацију. Једна студија показала је да осмогодишњаци који редовно возе бицикл по граду могу да скицирају мапу града прецизније од оних који то не чине. Колико год ове идеје звучале примамљиво, сви су сагласни да је превасходно потребно побринути се за безбедност најмлађих. А чини се да никада није било теже пронаћи праву меру када је реч о балансу између пружања одређеног степена слободе и наметања строгих ограничења деци.

КА ЧИТЉИВИЈИМ ГРАДОВИМА

На почетку текста споменули смо истраживање које је у Лондону спровела психолошкиња Негин Минаи, а сада је можда прави тренутак да му се вратимо. Током експеримента који је Минаи реализовала 2014. године група испитаника добила је задатак да на празном листу папира исцрта карту Лондона, без помоћи друге особе или мапе. Студија је пружила сјајан увид у то како становници Лондона виде свој град. Резултати су били прилично лоши. Већина испитаника је добро приказала само свој кварт, док је мало коме било јасно како су делови британске престонице међусобно повезани. За разлику од других светских метропола, показало се да је Лондон права ноћна мора и за туристе. Шта је то што отежава сналажење у Лондону? Гомила начичканих насеља без јасних граница, улице које су ретко где паралелне, а ни кривудава Темза није од превелике помоћи.

Градови који се лако визуелизују у урбаном дизајну сматрају се „читљивим“, што указује на то да имају добру организацију, јасну структуру и разумљиву мрежу саобраћајница, зграда и других елемената. Појам лако „читљивих“ градова (*legible cities*) увео је у амерички урбаниста Кевин Линч, који се одувек интересовао за то како људи перципирају градско окружење. Након петогодишњег истраживања спроведеног у Бостону, Џерзи Ситију и Лос Анђелесу, Линч је 1960. године у својој књизи *The Image of the City* издвојио пет елемената урбаног дизајна који су неопходни да би становници формирали јасну слику свог града. То су стазе (руте којима се људи крећу), границе (линије које раздвајају различите области), окрузи (издвојени региони унутар града), чворови (раскрснице и места на којима се људи окупљају) и истакнути објекти (брда, велике зграде, споменици и слично). Без јасне организације, каже Линч, градови су нечитљиви и збуњују грађане, што лоше утиче на квалитет њиховог живота.

Исти проблем јавља се када зграде нису довољно „читљиве“, а посебно када је то случај са јавним установама. Узмимо за пример болнице и домове здравља где су сви већ под одређеним

стресом, па је проналажење пута изазов од самог почетка. Исти дугачки ходници без прозора и безброј често необележених врата утичу на то да пацијенти, најчешће старији људи, постану узнемирени и дезоријентисани. Према подацима из 1990. године, медицинско особље у главним државним болницама у Сједињеним Америчким Државама провело је 4500 сати током године објашњавајући пацијентима како да стигну до циља. Све то болнице је коштало око 220.000 долара за годину дана. Уколико као решење за овај проблем одбацимо рушење постојећих зграда и изградњу нових од темеља, шта нам друго преостаје? Одговор се можда, једним делом, крије у технологији. У дечјој болници у Бостону, која броји 12 зграда, свако ко има паметан телефон има могућност да преузме апликацију и уз помоћ *Bluetooth*-а или *WiFi*-а (*GPS* не ради баш најбоље у затвореном простору) види где се тачно налази на дигиталној мапи зграде. Међутим, ова солуција није савршена, јер ни у Америци не поседује свако паметни телефон. Само замислите баке и деке који по нашим болницама тумарају, покушавајући да инсталирају апликацију, „накаче“ се на *WiFi* и укуцају своје одредиште. Звучи као још много нових разлога за анксиозност.

НИЈЕ СВАКО КО ЛУТА ИЗГУБЉЕН

Када кажемо да се неко „изгубио“ или да је „скренуо с пута“, не мислимо увек на његов очигледни проблем са оријентацијом у простору. То што се неко изгубио и те како има ефекта и на његово ментално стање. У осмом поглављу књиге *From Here to There*, насловљеном *The Pscihology od Lost* (*Психологија изгубљених*), Мајкл Бонд износи низ објашњења о томе зашто они који су се изгубили, поред кретања у погрешном правцу, често изгубе и главу. Он наглашава да је изузетно тешко разговарати са неким ко је пронађен после дугог трагања, као и да је реч о двоструком ударцу за ту особу: не само да је престрашена због ситуације у којој се нашла, већ је изгубила и моћ расуђивања. Људи који су се некада изгубили у шуми, пустињи или неком другом месту, никада не заборављају то искуство. Бити изгубљен само по себи звучи ужасавајуће, а страх од саме помисли да смо се изгубили је чврсто утемељен и у нашој култури. Деца изгубљена у шуми су чест мотив у модерним бајкама, баш као и у античкој митологији. Али сви јунаци ових прича на крају пронађу пут до куће или некога ко ће их спасити. Ромула и Рема проналази вучица, Снежану избављају патуљици, а познато је да су чак и Ивица и Марица извукли живу главу.

Мајкл Бонд нас на крају своје књиге подсећа да на свет долазимо потпуно изгубљени, без икаквих когнитивних и других мапа. Наш систем за оријентацију у простору једва да функционише, а ћелије места и мрежне ћелије тек треба да се формирају. После одређеног времена развијамо сопствени навигациони систем и постајемо способни да се крећемо кроз простор и истражујемо га. Међутим, постоји шанса да нам у позним годинама ова способност измакне из руке, враћајући нас на почетак и остављајући нас без наших менталних мапа.

Губитак когнитивних мапа није нужна последица старости – иако се наш осећај за оријентацију у простору после 65 године прогресивно погоршава – али јесте неизбежан исход Алцхајмерове болести. Ова болест се обично посматра као болест памћења, јер је њен утицај на меморију заиста огроман: оболели заборављају имена пријатеља, шта су радили пре само минут-два, а на крају се не сећају ничега, осим можда далеке прошлости. У основи, истиче Бонд, то је болест оријентације и подразумева постепено прекидање веза са окружењем. Неки од првих симптома су: заборављање кључева чешће него обично, збуњеност у обављању редовних послова, потешкоће у учењу нових рута.

Лекари, старатељи и рођаци најчешће покушавају да спрече пацијенте који желе сами да прошетају, јер постоји реална брига да ће се они повредити или да се неће сетити пута натраг и залутати. Међутим, чланови различитих удружења за проучавање Алцхајмерове болести сматрају да је реч „лутање“ непримерена и „да указује на бесциљност ходања, насупрот шетњи која увек има неку сврху“.

„Када особа која није дементна оде да прошета, ми то зовемо шетњом, изласком на свеж ваздух или вежбањем“, примећује антрополошкиња Меган Грејем: „А када особа са деменцијом изрази жељу да шета, одмах помислимо да ће та особа залутати, да тражи излаз или покушава да побегне.“ Она сматра да „лутање“ није нужно резултат болести, већ потенцијално и терапеутски одговор на њу. Иако деменција, а посебно Алцхајмерова болест, заиста изазива озбиљну дезоријентацију, Грејем каже да потребу за ходањем треба посматрати и као „жељу да се живи и расте, а не нужно као последицу болести“. Уосталом, подсетимо се Толкинове чувене поруке из трилогије *Господар прстенова*, која гласи да „нису сви који лутају и изгубљени“. —Ⓔ

Аутор је дипломирани новинар, а тренутно похађа студије Социологије на Филозофском факултету у Београду. Новинарско искуство стицао је извештавајући са спортских терена. ЦПН-у се прикључио у новембру 2019.

Морална одговорност вештачке интелигенције

Покушаји да се регулише употреба вештачке интелигенције постоје већ неко време. Унеско је израдио *Препоруку о етици вештачке интелигенције*, коју је усвојило скоро 200 држава чланица крајем 2021. године. Европска унија је, такође, предложила холистички оквир под називом *EU AI Act*

текст:
Дарко Стојиловић

ПРЕ СКОРО ПОЛА ВЕКА, машина је први пут убила човека. У догађају без преседана, Роберта Вилијамса је усмртила рука индустријског робота у фабрици компаније Форд док је покушавао да пренесе делове за склапање аутомобила. Његова породица је тужила произвођача робота због немара и добила тужбу уз 15 милиона долара. Наредних година и деценија број различитих инцидената и погибија порастао је на стотине. Фабрички роботи усмртили су људе у Јапану, Немачкој и Индији. Аутономна возила Тесле и Убера прегазила су пешаке у више наврата. Беспилотне летелице на даљинско управљање су постале стандард у оружаним сукобима, док се роботски уређаји увелико користе у медицини, нарочито у хируршким интервенцијама.

Машине, роботи и системи вештачке интелигенције су данас испреплетени са сваким аспектом људског живота, а инциденти су део тог односа. Ко треба да одговара када нешто крене по злу? У случају Вилијамсове смрти, породица је окривила произвођача роботске руке, али је произвођач тражио обештећење од компаније Форд, тврдећи да је фабрика крива што свог радника није правилно обучила да безбедно користи машину.

Када људски и вештачки морални актери заједно утичу на исход, утврђивање одговорности представља велики изазов. Посебне главобоље задају релативно нове ситуације које укључују вештачку интелигенцију која је у извесном смислу аутономна, а њени процеси скривени (тзв. црна кутија) чак и њеним креаторима. У таквим случајевима људи могу да покушају да избегну одговорност усмеравањем кривице на систем вештачке интелигенције који је направио штету, користећи се чињеницом да немају потпуну контролу над његовим акцијама.

МОРАЛНИ АКТЕРИ

Замислите мало дете које у игри гађа играчком породичног пса. У овој ситуацији не бисмо сматрали да је оно одговорно за наношење бола псу јер није свесно моралних импликација својих дела. Тек када му родитељи објасне да његови поступци повређују пса, оно то може да угради у свој систем вредности. Ако, с друге стране, у домаћинству постоји робот-вакум који покушава да усисава пса, родитељи ће вероватно окривити или произвођача или робота – јер робот треба да буде програмиран, тј. да има „осећај“ за контекст, односно да може да препозна да је пас објекат који не треба усисати (чак и ако страствено лаје на вас).

ИЛУСТРАЦИЈА: Владан Николић

Када деца не разумеју моралне импликације својих дела, чак и када је њихово понашање аутономно, ми их не сматрамо комплетним моралним актерима. Постоје и супротне ситуације, наиме, у којима актер може да разуме морални кодекс и последице својих поступака, али нема контролу над својим деловањем (нпр. у случају талачке принуде). Дакле, да бисмо некога видели као комплетног моралног актера, потребна су оба услова: способност да се разуме значај сопственог деловања и самосталност у деловању. Ови елементи уједно представљају и главне елементе кривичне одговорности. Док је морално деловање нешто што приписујемо само људима који поседују и једно и друго, вештачка интелигенција, с друге стране, може се сматрати функционално моралним актером који је способан да произведе сличне исходе као људи, али није морални актер у пуном значењу те речи.

Дакле, један од најважнијих фактора који сагледавамо када желимо да утврдимо нечију одговорност јесте да ли је актер способан за самостално, аутономно понашање, при чему се често уздржавамо од приписивања одговорности уколико не постоји самосталност у деловању. Чак и ако машине још нису самосталне у правом смислу те речи, можемо описати различите нивое самосталности у различитим типовима машина. Систем дубоког учења вештачке интелигенције у поређењу са кухињским тостером има много већу самосталност јер може да учи и функционише без људског управљања.

Иако машине немају намеру и слободну вољу налик људима, постоје системи вештачке интелигенције који могу да доносе независне одлуке које разумеју на неком нивоу. У случају људи, када уочимо да су постојале намера и воља да се нешто уради, спремни смо да припишемо већу моралну одговорност. Присетите се пса робота који немилосрдно убија људе у епизоди ТВ серије *Црно огледало*. Да ли бисте рекли да је иза његових дела постојала намера? Ко је одговоран у тој ситуацији?

ЈАЗ У ОДГОВОРНОСТИ

Морална одговорност се пак не може свести на деловање актера, с обзиром на то да је морална заједница изграђена с циљем да се уреди друштвени простор, у складу са принципима реципроцитета, дељења и уважавања туђих права. Морална одговорност се повезује са евалуацијом свакодневних интеракција међу људима, која доводи до похвале, казне, окривљавања итд. Чињеница да вештачка интелигенција не може да преузме кривицу или осети казну, као што то могу људи, потенцијално онемогућава регулацију друштвеног простора и такође доводи до јаза у одговорности, односно ситуације у којој ни дизајнер ни корисник машине не могу преузети пуну одговорност за исход, пошто немају потпуну контролу.

Замислите возило програмирано да се креће кроз различите терене на Марсу, којим се ручно управља са Земље, али које такође може да делује самостално. Возило је дизајнирано да се креће кроз физички простор и да доноси сопствене закључке на основу окружења како би се кретало. Снимке са камере користи да анализира терен и донесе одлуку да ли треба да покуша да пређе преко одређеног терена или не. Сада замислите да је на Марсу пешчана олуја, а веза са Земљом није стабилна, што доводи до тога да возило донесе одлуку и падне у рупу док покушава да се креће преко новог терена. Ко је одговоран за то што се машина очајнички заглавила? Одлуку доноси вештачка интелигенција, а не неко са Земље, тако да програмер-дизајнер може аргументовано тврдити да то није била његова грешка. Корисник задужен за ручно вођење возила такође би могао да тврди да то није била његова грешка, пошто га је пешчана олуја онемогућила да утиче на одлуку машине у то време. Овај пример представља добру илустрацију ситуације када програмер или особа која управља системом изгуби контролу над тим високо адаптивним, самосталним системима вештачке интелигенције. У таквим случајевима, они нису у стању да предвиде грешку, јер је машина у основи црна кутија – они могу само да покушају да побољшају њене перформансе у будућности исправљањем претходних грешака.

У последње време доста се ради на развијању објашњиве вештачке интелигенције (енг. *explainable AI*) чиме би се отворила црна кутија модела вештачке интелигенције. Основни принцип је врло једноставан: понудити објашњење људским корисницима у вези са одлукама које систем вештачке интелигенције доноси. Имајући у виду инхерентне ризике који долазе са уклањањем људске контроле, истраживачи желе да разумеју како тачно функционишу процеси модела и да самим тим учине њихово коришћење транспарентнијим и безбеднијим.

Ипак, упркос овим покушајима у позитивном смеру, не треба очекивати да сва вештачка интелигенција постане транспарентна, нити би то решило проблем јаза одговорности у потпуности. Један од предлога да се превазиђе јаз је да софтверски инжењери и дизајнери унапред анализирају ризике и мапирају одговорност у случају да нешто крене наопако. На овај начин одговорност није само ретроспективна, већ и проспективна. Као што смо већ утврдили, некога можемо сматрати одговорним не само да бисмо кривицу приписали узрочнику догађаја већ и да бисмо регулисали, тачније спречили нежељено понашање у будућности. Пребацивањем фокуса са утврђивања одговорности за нешто што се већ

догодило на позивање некога на одговорност за будуће поступке јесте начин да заиста одговоримо на питање о одговорности вештачке интелигенције. То значи да се системи вештачке интелигенције могу сматрати одговорним индиректно тако што ћемо наметати санкције и исправљати непожељне обрасце понашања људским моралним актерима који их креирају, њима управљају, али и онима који омогућавају њихову распрострањеност.

Сличан образац користимо и са децом која нису довољно зрела да бисмо их сматрали пуним моралним актерима – тада приписујемо одговорност њиховима родитељима. Као што можемо да превазиђемо уобичајене концепције моралне одговорности прилагођавајући их деци, тако бисмо можда могли да применимо овај рецепт и за системе вештачке интелигенције, уместо да изоставимо било какву врсту одговора само зато што они нису морални агенти у пуном смислу те речи. То би могло да нам помогне да премостимо јаз у одговорности и да држимо системе вештачке интелигенције одговорним индиректно.

Користећи искуство из сајбер права, можемо покушати да осмислимо законе који имају за циљ регулисање вештачке интелигенције, третирајући их „као децу". Међутим, закони о одговорности нису добро прилагођени новонасталим, брзоширећим праксама вештачке интелигенције, што доводи до нове врсте јаза, односно потешкоћа у примени постојећих закона за утврђивање кривично-правне одговорности.

КАКО УКРОТИТИ ВЕШТАЧКУ ИНТЕЛИГЕНЦИЈУ

Покушаји да се регулише употреба вештачке интелигенције постоје већ неко време. На пример, Унеско је израдио Препоруку о етици вештачке интелигенције, коју је усвојило скоро 200 држава чланица крајем 2021. године. Европска унија је, такође, предложила холистички оквир под називом *EU AI Act,* са циљем да се постави светски стандард у пракси вештачке интелигенције.

Ипак, чак и имати добро дефинисане законе није исто што и зауставити нежељене праксе у развоју вештачке интелигенције. Лако се може замислити случај у којем велика компанија често и свесно крши закон зато што може да плати одштету чак и ако изгуби на суду. Такође не треба да останемо слепи на опасну чињеницу да друштва која игноришу етичке и моралне вредности могу остварити предност у технолошком напретку, с обзиром на то да добробит појединаца или неких (угрожених) група не би „стајала на путу". Сценарио какав није био невиђен у најмрачнијим данима 20. века.

Још једно могуће решење је разматрање принципа предострожности, који може да буде релевантан у контексту у којем није познато како ће се даљи развој вештачке интелигенције одвијати и куда ће одвести. Наиме, уколико је потенцијална штета од коришћења вештачке интелигенције већа од потенцијалне користи, оправдано је онемогућити развијање таквих система, а утврдити одговорност оних који се тога не придржавају. Ова једноставна формула губитка и користи је само један од многих начина на које би се принцип предострожности могао тумачити. У сваком случају, принцип предострожности поставља да терет доказивања треба да буде на предводницима у области вештачке интелигенције који развијају нове системе – на њима је да покажу да је употреба вештачке интелигенције безбедна.

Један од конкретнијих предлога представио је недавно Гари Маркус који се залаже за преузимање модела из фармације. Наиме, новонастали чет-ботови се тренутно отварају за стотине милиона корисника а да претходно није омогућено њихово безбедно коришћење. Маркус сматра да би требало увести контролисано истраживање вештачке интелигенције, при чему она не би смела да буде доступна свима пре него што прође одређене провере. Приликом развијања нових фармацеутских производа, на пример, почиње се са малим клиничким испитивањима и прелази на већа испитивања са већим бројем људи. Тек када се прикупи довољно доказа да је њихова употреба безбедна, производи попут лекова се пласирају на тржиште. На исти начин и друга јавно финансирана истраживања која утичу на људе треба да прођу одређену проверу регулатора или одбора за етику. С обзиром на то да је нова врста система вештачке интелигенције показала капацитет да манипулише људима, Маркус предлаже да технолошке компаније треба да прођу кроз сличан систем провере.

Да ли ће то бити спроведено у пракси – остаје да се види. Иако смо видели да је начелно могуће сматрати системе вештачке интелигенције морално одговорним, макар индиректно, биће изузетно занимљиво пратити да ли ће развој вештачке интелигенције променити начин на који гледамо на моралну одговорност или утицати на наше разумевање правне праксе. —Ⓔ

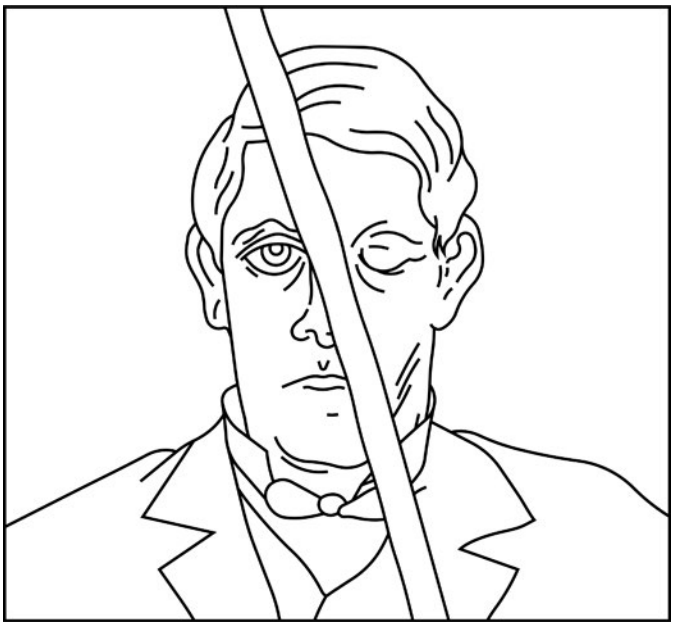
Аутор тренутно похађа мастер студије когнитивних наука на Лондонском универзитетском колеџу, а претходно је завршио основне и мастер студије психологије на Филозофском факултету у Београду. Спроводи истраживања и објављује радове од 2015. године. Посебно воли да пише о статистици.

Кратка историја неурологије – приче о пет блиставих умова

„Мој сопствени мозак ми је најнепредвидљивији механизам – увек зуји, брунда, узлеће, рве се, а затим се закопа у блато. И зашто? Каква је ова страст?“

Вирџинија Вулф

ТЕКСТ: **Петар Нуркић**
ИЛУСТРАЦИЈЕ: **Срђа Драговић**



ТО НИЈЕ ОНАЈ ИСТИ ГЕЈЏ

У ИСТОРИЈИ НЕУРОЛОГИЈЕ постоји више необичних случајева који чак и данас голицају машту научника и шире јавности. Нашу кратку историју блиставих умова отварамо причом о Финеасу Гејџу, чија је трагична несрећа заувек променила наше разумевање људског мозга. Истраживању комплексности овог изузетног случаја можемо да приступимо из перспективе историје наука, јер је Гејџ отворио врата револуционарним открићима у неурологији, али и из личне визуре јер је један несрећни тренутак сасвим изменио ток његовог живота, те да поставимо субјективније питање – како би наш живот изгледао када бисмо сутра добили сасвим другачији мозак?

Финеас Гејџ је био сасвим обичан човек са сасвим обичним занимањем. Надзирао је изградњу железничке трасе у близини Канаде, где му се 13. септембра 1848. године догодила несрећа

која ће му заувек изменити живот. Док је надгледао полагање шина у Вермонту, један тренутак непажње је променио све. Гвоздена шипка, која је служила као полуга којом су радници измештали дотрајале и труле прагове колосека, трагичном комбинацијом околности пробила је Гејџов кранијални део лобање, продирући кроз јагодичну кост, лево око и лобању све до његовог мозга и остављајући неизбрисив траг у научној историји. Након несреће, Финеас Гејџ је деловао физички неизмењено, као да се ништа није догодило. Упркос тежини повреде, Гејџ је чудом преживео несрећу. Наводно је био свестан и способан да говори убрзо након инцидента, што је изненадило све који су присуствовали овом трауматичном догађају. Преживљавање је било доказ његове отпорности и изазвало је општу фасцинацију његовим случајем. Међутим, оно што је посебно заинтригирало лекаре и истраживаче су драстичне промене у његовој личности. Некада угледан, узоран и поуздан човек је постао странац себи и другима. Гејџова импулсивност, вулгаран говор, недостатак контроле у друштвеном окружењу и неодговорност збунили су његову породицу и најближе пријатеље. Нешто се суштински променило у његовом мозгу.

Уплашена породица и пријатељи су потражили помоћ и позвали Џона Харлова, лекара који се упустио у потрагу за одгонетањем енигме Финеаса Гејџа. Харлов је пажљиво документовао Гејџов случај, бележећи своја посматрања и прикупљајући евиденцију. Кроз његове напоре и испитивања медицинска заједница је образовала сасвим ново разумевање дубоке повезаности између повреда мозга и промена у понашању. Истраживање доктора Харлова довело је до револуционарног открића, Гејџова повреда се налазила у префронталном режњу, региону мозга који је повезан са егзекутивним функцијама, емоционалном регулацијом и друштвеним понашањем. Гејџов случај послужио је за прикупљање првих сведочанстава о локализацији функција мозга и изменио наше разумевање тога како мозак обликује нашу личност и утиче на доношење одлука.

Упркос когнитивним и понашајним потешкоћама, Финеас Гејџ је успео да настави живот након несреће упркос делу металне полуге који никада није извађен из његовог мозга. Путовао је са Барнумовим музејем, где је био изложен као живи куриозитет. Људи су били запањени причом о човеку који је преживео тако тешку повреду. Значај трагедије Финеаса Гејџа траје чак и до данас. Његов случај постао је темељ неурологије, инспиришући бројна истраживања и напретке у ширем разумевању повреда мозга. Гејџова прича осветлила је сложену међусобну интеракцију између различитих делова мозга и показала да оштећења одређених подручја могу узроковати драстичне промене у понашању. Отпорност и снага овог сасвим обичног и изванредно необичног човека поставила је темеље за будућа истраживања о пластичности мозга и рехабилитацији оштећених региона. Стога, док настављамо зарањање у тајне ума, нека нам у виду остане човек којим смо започели причу, а који је постао симбол људске резилијентности и трансформације нашег разумевања људског мозга – Финеас Гејџ!

ЖИВОТ У ТРАЈАЊУ ОД СЕДАМ СЕКУНДИ

У непрегледно широкој и интригантној области неурологије постоји још једна изузетна прича која је заувек променила наше разумевање памћења. То је прича о пацијенту Хенрију Молисону, познатијем по иницијалима Х.М., човеку којег је потрага за излечењем епилепсије одвела у анале научне историје. Путовање кроз узбудљиви лавиринт блиставих умова настављамо истраживањем тајанственог живота Хенрија Молисона и изузетних увида добијених из његове необичне амнезије.

Попут Гејца, пацијент Х.М. је био живахан и храбар појединац. Борио се против немилосрдног непријатеља – тешке епилепсије. Његова свакодневица била је обележена парализујућим епилептичним нападима који су константно угрожавали његово целокупно здравље и осујећивали сваки покушај да оствари нормалан и миран живот. Очајан, у потрази за решењем, храбро је закорачио у свет експерименталних хируршких захвата. Хенри Молисон се 1953. године подвргао билатералној медијалној темпоралној лобектомији, процедури која је требало да ублажи његову епилепсију. Мало ко је очекивао да ће ова хируршка интервенција узроковати стање трајне промене његовог дотадашњег

живота – антероградну амнезију. За разлику од ретроградне, која представља немогућност да се присетимо наше прошлости, антероградна амнезија нам онемогућава да „памтимо будућност“.

По завршетку операције на мозгу, пацијент Х.М. се суочио са изненађујућом стварношћу. Иако му је краткорочна меморија остала нетакнута, није могао да формира нове, дугорочне успомене. Сваки нови дан је постајао бескрајна петља, заувек га одвајајући од јучерашњих сећања. Необична амнезија пацијента Х.М. је отворила врата ка научним комплексностима феномена меморије. Позната неуропсихолошкиња Бренда Милнер преузела је главну улогу у одгонетању и разумевању стања у којем се налазио пацијент Х.М. Кроз петогодишња пажљива истраживања, она и њене колеге открили су да је претходна операција утицала на медијалне темпоралне режњеве, укључујући и важну неуронску структуру – хипокампус. Управо је одстрањивање хипокампуса изазвало Молисонову тешку амнезију.

Ово откриће расветлило је специфична подручја мозга одговорна за формирање памћења. Случај Хенрија Молисона допринео је откривању постојања двоструког система меморије у мозгу. Док му је процедурална меморија, која се односи на вештине и способности, остала нетакнута, његова декларативна меморија, која узрокује сећање на чињенице и догађаје, била је дубоко нарушена. Ова нова разлика између две врсте меморије трансформисала је разумевање процеса формирања сећања и памћења у научној заједници. Допринос пацијента Х.М. неурологији је неизмеран. Његов случај не само што је расветлио улогу медијалних темпоралних режњева у памћењу, већ је и редефинисао концепт локализације можданих функција у самом научноистраживачком врху. Његова прича постала је синоним за комплексност меморије и њене интимне везе са људским искуством.

Један од најфасцинантнијих аспеката Молисонове амнезије била је његова изузетно ограничена радна меморија. Истраживачи су приметили да је Х.М. могао да задржи информације само око седам секунди пре него што би избледеле из његове свести. Због дубоке амнезије, Х.М. би се често нашао у зачараном кругу понављања разговора. Сваки пут када би разговарао са неким, брзо би заборавио интеракцију и поновио иста питања или изјаве убрзо након тога. Живот Хенрија Молисона, обележен епилепсијом и тајанственом амнезијом, урезао је неизбрисив траг у пејзаж неурологије. Кроз призму искустава пацијента Х.М. посведочили смо дубоком утицају локализованих оштећења мозга на функцију памћења. Његово храбро путовање наставља да обликује наше разумевање поремећаја памћења, инспиришући научнике да даље откривају сложености људског ума.

ЗАГЛАВЉЕНА У ВРЕМЕПЛОВУ

Наше путовање кроз неурологију памћења се не завршава са пацијентом Х.М. Постоји још једна изузетна, али савремена прича која је драстично проширила наше разумевање људског ума. То је прича о Џил Прајс, жени која је, на своју срећу, или несрећу, поседовала немерљиву способност памћења, познатију као хипертимезија.
Џил Прајс је била сасвим обична адолесцентткиња из Калифорније, све док није открила своје изузетне меморијске способности. Схватила је да је може да се присећа прошлих догађаја са невероватним опсегом живих детаља изузетно тачно. Њена способност памћења је била далеко изван досега онога што већина људи може да појми, постављајући је у јединствени положај доприноса неурологији. Њено невероватно памћење је 2006. године привукло пажњу истраживача са Универзитета у Калифорнији, предвођених неуробиологом Џејмсом Мекгофом. Сарадња је имала за циљ да се испитају неуронске основе њене хипертимезије. Искуства Џил Прајс су пажљиво документована и проучавана у, по свему судећи, једној револуционарној научној студији.

Један од најупечатљивих аспеката меморије Џил Прајс био је њен доживљај времена. Описала је свој ум као континуирани времеплов, где сва претходна сећања и искуства осећа живо присутним. Овај јединствени елемент њеног памћења пружа другачији поглед на то како се обично чувају и призивају сећања. Иако је памћење Џил Прајс било неоспорно изванредно, хипертимезија није стање које би сваки човек великодушно прижељкивао. Њено непрестано памћење често је било оптерећујуће, са незаустављивим преплављивањем сећања која се такмиче за њену пажњу. Терет сталних, навирућих прошлих догађаја отежавао јој је чак и делимичну посвећеност садашњем тренутку. Са друге стране, овакво

стање поставља серију интригантних питања о сложеној природи памћења и његовом утицају на свакодневни живот. Изузетно памћење долази са ценом емоционалних и менталних потешкоћа! Поред тога, невероватно памћење догађаја из свог живота, не значи изврсност у свакој области памћења. Џил Прајс је показивала проблеме при решавању задатака који захтевају опште знање или памћење неповезаних информација. Ово је истакло селективну природу хипертимезије и њена ограничења.

Кроз обимна истраживања и испитивања, научници су почели да разоткривају мистерије хипертимезије. Случај Џил Прајс осветлио је комплексне међусобне односе између структура мозга и функције памћења. Пружио је значајне увиде у неуронске механизме који леже у основи аутобиографског памћења и значај битне карактеристике нашег памћења – могућност да заборавимо.

БУРИДАНОВ ЕЛИОТ

Преглед историје неурологије открива и узбудљиве приче које мењају наш поглед на процесе доношења одлука. Једну од таквих прича је написао професор неурологије Антонио Дамасио. Елиот је псеудоним који је дат Дамасиовом пацијенту чији је мозак доживео драстичну промену након операције. Прича о Елиоту је прича о неизоставној улози емоција у обликовању наших избора.

Пре приче о Елиоту испричаћемо једну старију, средњовековну. Жан Буридан је био схоластички филозоф који је остао упамћен по чувеном мисаоном експерименту – Буридановом магарцу. Замислимо магарца који има савршене способности логичког расуђивања. Без обзира на компутационистичку перфекцију магаретовог ума, оно је ипак живо створење којем је потребна енергија. Другим речима, чак и савршени магарац мора да једе. Магарац је једног дана дошао до раскрснице, где је са леве и десне стране угледао по пласт сена. Оба пласта су била подједнаке величине, квалитета и удаљености. Буриданово магаре је морало да одабере између две потпуно исте опције. У оваквим ситуацијама логика не помаже претерано, избор је инстинктиван и насумичан. Међутим, чист разум магарца је учинио да остане на истом месту, у немогућности да донесе одлуку. Логично, магарац је на крају умро од глади.

Да се вратимо нашој неуролошкој причи. Елиот је подвргнут рутинској операцији тумора која је ненамерно променила деликатну „равнотежу“ у његовом мозгу. Операција је узроковала оштећење вентромедијалног префронталног кортекса, области која је кључна за доношење одлука и интеграцију емоција. Елиот није ни слутио да ће доживети неочекивани преокрет и невероватне потешкоће при доношењу сасвим обичних и свакодневних одлука. Некада самоуверен и одлучан, сада се борио да направи чак и најједноставније изборе. Деликатна интеракција између емоција и мишљења била је поремећена, остављајући га заглављеним у стању неодлучности. Једна од најупечатљивијих промена код Елиота била је његова емоционална дистанца. Лишен уобичајених емоционалних сигнала, деловао је равнодушно према последицама својих одлука. Недостатак емпатије и емоционалног одговора претворио га је у наводно рационално биће, удаљено од друштвеног ткива које повезује сваког човека.

Оштећено емоционално процесирање код Елиота се протезало и на доношење одлука, дубоко утичући на његове друштвене интеракције са људима. Борио се са разумевањем друштвених контекста, сигнала и норми, често се нашавши у сукобу са друштвеним очекивањима. Интригантна палета његовог друштвеног понашања постала је збуњујућа слагалица, доводећи до напетих односа са породицом и пријатељима, а на крају и до потпуне изолације. Случај „Елиот“ пружио је дубоке увиде у везе између емоција и доношења одлука. Разбио је уобичајено схватање да само чист разум води оптималним изборима. Кроз његову причу сазнали смо да емоције служе као компас, пружајући драгоцене знаке за навигацију кроз комплексности живота. Елиотова трагедија револуционализовала је наше разумевање мозга и емоција. Његов случај је оповргнуо дугогодишња уверења о дуалности и подвојености разума и емоција, наглашавајући њихову блиску повезаност. Неурологија је заувек промењена, препознајући неопходну улогу емоција у обликовању наших когнитивних процеса.

Прича о Елиоту је сасвим случајно, или намерно, слична причи Жана Буридана. Дуалност треба избегавати, како у животу тако и у науци. Иначе остајемо усамљени као људи и као радикални заступници неодбрањивих теорија.

ЗАСТРАШУЈУЋЕ ОДСУСТВО СТРАХА

Наша последња прича је прилично застрашујућа. Дубоко у свету неурологије крије се интригантна пацијенткиња С.М., жена са необичним неуролошким поремећајем, који је научницима разоткрио многе тајне страха. Њено јединствено неуролошко стање ће нам помоћи да испричамо причу о истраживању значајне улоге амигдале у обликовању наших емоционалних искустава.

Пацијенткиња С.М. је патила од Урбах-Витове болести, ретког генетичког поремећаја који утиче на амигдалну регију мозга. Ово мистериозно стање је оставило велике последице на њену способност доживљавања страха, привлачећи велику пажњу научника и истраживача. За разлику од већине обичних људи, пацијенткиња С.М. је живела без страха. Чак и суочена са непосредном опасношћу, дисфункција њене амигдале ју је чинила неустрашивом. Њена храброст је изазивала интересовање код бројних научника јер су имали прилику да открију сложену природу наших основних емоција. Пажљивим испитивањем неуролошког поремећаја пацијенткиње С.М., лекари и неуролози су добили увиде у, до тада неистражене, унутрашње механизме амигдале. Њено јединствено стање је омогућило научницима да дешифрују улогу ове енигматичне регије мозга у обради и реаговању на стимулусе који изазивају страх. Иако пацијенткиња С.М. није доживљавала страх, њен емоционални свет је остао богат и разнолик. Одсуство страха истиче високо специфичну улогу амигдале, наглашавајући сложену природу обраде емоција у људском мозгу. Без страха, пацијенткиња С.М. је живела храбро и неустрашиво. Њена свакодневица била је испуњена изузетном храброшћу, јер се без оклевања суочавала са ситуацијама које би парализовале друге, обичне људе. Једна интригантна анегдота о С.М. је њен сусрет са пљачкашем. Упркос претњи ножем, С.М. је остала мирна и није показала знаке страха, који је природна и адаптивна емоција која се обично јавља у претећим ситуацијама. У другој таквој анегдоти, С.М. је учествовала у студији у којој је била изложена разним емотивно евоцирајућим стимулусима, укључујући застрашујуће слике и видео-снимке. Док би већина људи показала физиолошке последице страха, попут убрзаног срчаног ритма или знојења, С.М. није реаговала.

Међутим, иако делује да би живот без страха свако пожелео, могуће је наслутити различите проблеме које Урбах-Витова болест са собом повлачи. Иако је храбро супротставити се пљачкашу, некада је разумније једноставно му предати новчаник како би се избегле потенцијално фаталне последице. Поред тога, С.М. није била само неустрашива, него је имала и потешкоће у препознавању страха код других. Имала је проблем у идентификацији израза лица који указују на страх, што већина људи инстинктивно препознаје. Ово показује важну улогу амигдале у перцепцији и разумевању емоција код других, што је неопходна способност функционалног живота у друштву. У сваком случају, отпорност пацијенткиње С.М. наводи на размишљање о границама људског страха и неоткривеним потенцијалима у свакоме од нас.

Сложена међусобна интеракција амигдале и наших емоционалних искустава отворила је врата за иновативне третмане лечења различитих фобија и поремећаја личности. Пацијенткиња С.М. омогућила је научницима дубље разумевањем улоге амигдале, нечега материјалног и физичког, у страху као нечему апстрактном и концептуалном. Кроз њено јединствено стање неуролози су разоткрили тајне обраде процеса формирања и задржавања страха. Као таква, С.М. ће, заједно са претходним причама и случајевима, остати запамћена у историји науке као ободна необичност која је сасвим променила наше разумевање мозга, памћења, одлучивања и емоција и страха. —Ⓔ

Аутор је студент докторских студија на Одсеку за филозофију Филозофског факултета Универзитета у Београду. Студирао је математику и дипломирао филозофију. Његове примарне области интересовања су епистемологија и филозофија науке.

ОТВОРЕН НАУЧНИ КЛУБ У НОВОМ САДУ

У ЧЕТВРТАК, 1. ЈУНА, у Културној станици Свилара, отворен је Научни клуб у Новом Саду, који се придружио мрежи 12 научних клубова Центра за промоцију науке широм Србије.

На отварању Научног клуба Нови Сад, посетиоцима су се обратили Вукашин Гроздић, државни секретар Министарства науке, технолошког развоја и иновација, Далибор Рожић члан Градског већа Новог Сада задужен за културу, др Марјана Бркић, в.д. директора Центра за промоцију науке и Виолета Ђерковић, координаторка мреже културних станица.

Посетиоци су у Свилари имали прилику да учествују у бесплатним програмима за све генерације и виде прву изложбу „Животни циклуси Милутина Миланковића“, посвећену једној од наших најзначајнијих личности 20. века: академику, астроному, климатологу, инжењеру и популаризатору науке.

На дан отварања Научног клуба, 1. јуна, као и наредног дана, у петак, 2. јуна, у 18 часова, одржан је научни кафе под називом *Science at the Bar*, који је ЦПН организовао у сарадњи са Амбасадом Израела. У неформалној атмосфери, израелски и српски научници одржали су серију предавања из области вештачке интелигенције, молекуларне биологије, физике и климатских промена.

Б. Ђорђевић

ФОТО: Владимир Јанић

Демони у служби науке

Док је наука „просветитељском снагом разума“ раскринкавала сујеверје и протеривала демоне из савременог света, нова врста демона почела је лукаво да опседа саму научну имагинацију. Ова хипотетичка бића, која су научници почели да користе у својим мисаоним експериментима, помогла су им да попуне рупе у знању и дођу до открића која су померала границе науке и технологије

ТЕКСТ:
Ђорђе Петровић

СРЕДИНОМ СЕДАМНАЕСТОГ ВЕКА, славни француски филозоф и математичар Рене Декарт схватио је да уколико желимо да у науци било шта успоставимо као стабилно и поуздано, прво морамо да нађемо неку тачку извесности у узбурканом мору сумње – неку врсту сигурне обале илити, како га је Декарт називао, „непољуљивог основа“. Како би тестирао снагу своје позиције, овај филозоф замислио је деловање малициозног бића – злог демона – способног да нас обмањује и креира сасвим илузоран али уједно потпуно убедљив виртуелни свет. Декартов зли демон у стању је да нас вара у погледу наше спољашње стварности која до нас допире путем чула, у погледу тога да ли смо будни или не, па чак и у погледу нашег сопственог тела – јер, теоретски, боја неба или топлина нечије коже могу бити обмане које је смислио овај демон.

Међутим, иако су његове моћи деловале као апсолутне, Декартов демон није могао да пољуља све основе знања. Наиме, пошто је овом демону потребан неко кога ће обмањивати, његове жртве могу макар бити сигурне у једну ствар – а то је да постоје. Другим речима, све и да нас зли демон вара у погледу свега, не може нас варати у погледу једне ствари – да јесмо, сада и овде, и да смо предмет заваравања. Докле год сумњам да ме неко обмањује, а сумња је такође један облик мишљења, не могу сумњати у то да постоји субјект који сумња – односно ја сам. На основу ове аргументације, Декарт изводи свој чувени закључак *Cogito, ergo, sum* – илити „Мислим, дакле, постојим“. Тек на том непољуљивом основу, сматрао је овај француски филозоф, може се даље зидати кула поузданог и провереног знања, отпорна на снажне ветрове сумње.

Овај велики обмањивач помогао је Декарту да уочи границе сумње и омогућио му да рационално реконструише оно што можемо да знамо са сигурношћу. Међутим, Декартов демон, који је сведок рађања доба просвећености и зачетака научне револуције, само је први међу бројним натприродним бићима која ће у наредним вековима населити научне светове – и потпуно их трансформисати. Захваљујући овим дражесним ђаволцима, наука ће се развијати и напредовати кроз векове. Чак и кад су микроскопи, ваздушне пумпе и акцелератори атомских честица рашчарали и размађијали природни свет, странице научних часописа и трактата наставиле су да „призивају демонска бића“.

ИЛУСТРАЦИЈА: Моника Ланг

COGITO ERGO SUM

ЛАПЛАСОВА СВЕЗНАЈУЋА „ИНТЕЛИГЕНЦИЈА“

Пјер-Симон Лаплас био је чувени француски математичар, астроном и један од утемељивача статистике, али и велики просветитељ и борац против сујеверја. У пет обимних томова – како пише у својој књизи *Bedeviled: A Shadow History of Demons in Science* историчарка науке Химена Каналес – Лаплас је поставио принципе онога што се тада називало небеским механиком, написавши свеобухватни трактат о функционисању универзума у коме није било места за бога, анђеле и демоне. Чак и у турбулентна револуционарна и постреволуционарна времена, где је већина европских друштава прошла кроз неку врсту криза и превирања, овај математичар чврсто је веровао и доказивао да је наш универзум стабилан и предвидљив, те да се математичким и статистичким средствима скоро све може објаснити и срачунати. Трудио се да раскринкава религиозна знамења и чуда у која су људи нашироко веровали и поштовали их, па је тако посебно хвалио астронома Едмунда Халеја који је показао да „његова“ комета није никакав „знак с небеса“, већ астрономска појава која се дешава периодично и може се предвидети научним средствима. Када га је Наполеон једном приликом упитао има ли места за бога у његовом (Лапласовом) универзуму, овај математичар одговорио је: „Нисам имао потребе за таквом претпоставком, господине“.

Па ипак, у свом математичком трактату из 1773. године Лаплас је замислио једно свезнајуће биће, које је називао „интелигенцијом“. Ова бесконачна интелигенција, „која, у датом тренутку, обухвата све односе међу бићима овог универзума“, пише Лаплас у овом раду, „могла би да одреди позицију, кретање и уопште сваку повезаност свих ових бића, у било ком тренутку у прошлости или у будућности“. Другим речима, познавањем почетних услова – то јест, закона кретања и позиције било које честице у одређеном временском тренутку – Лапласов демон могао би да израчуна кретање сваке појединe честице у нашем универзуму кроз време и простор. Све што би му било потребно за ту сврху су довољно велики мозак и основно знање из физике, пише Каналес. Такво створење могло би да сазна све што се икада десило и све што ће се икад десити у будућности. Наравно, уз једну важну претпоставку: да нашим космосом влада детерминизам. И да нема слободе воље.

Стога је било савршено разумно, чак и за нас који немамо на располагању бесконачну количину информација и неограничену когнитивну моћ, да се ослонимо на информације које имамо и на постојеће когнитивне капацитете како бисмо разумели свет на најбољи начин. Лапласов научни оптимизам инспирисао је изумитеље деветнаестог века да пробају да створе машине које би могле да врше сличне врсте прорачуна које је француски математичар приписивао свом демону. Један од њих био је Чарлс Бабиџ, британски математичар и један од изумитеља рачунара. Бабиџова „машина за рачунање“, како ју је називао, остала је недовршена за његовог живота, али његови нацрти су инспирисали многе друге да направе боље, брже и моћније уређаје који обављају сличне операције.

Људи блиски овом изумитељу – као што су Ејда Лавлејс, енглеска математичарка и прва програмерка у историји, и чувени биолог Чарлс Дарвин – покренули су нове спекулације о томе шта нам ове машине говоре о универзуму. Лавлејс се питала да ли би човек икада могао направи машину која би била у стању да обавља нешто више од пуке калкулације, односно машину која би поседовала интелигенцију налик људској. Дарвин се питао да ли су можда сама еволуција и порекло врста у ствари механички, а не богом вођен процес. Лапласов демон инспирисао је инжењере да дизајнирају и конструишу све моћније рачунаре, прво користећи зупчанике и полуге, затим вакуумске цеви, а онда и полупроводнике и микрочипове. Када се више ни појединачни суперрачунари нису чинили довољно моћним за све операције које су се од њих очекивале, научници су их умрежили како би направили данашње базе података великих размера, које могу да их обрађују невероватном брзином.

МАКСВЕЛОВ ДЕМОН

Демони ће се врло брзо умножити у различитим научним дисциплинама. Каналес тврди да је за то у великој мери заслужна популарност једног од њих – демона којег је смислио шкотски физичар Џејмс Клерк Максвел. Прва верзија овог створења, описана у писму које је Максвел послао колеги 1867. године, само је „веома пажљиво и педантно биће“, а не демон. У мисаоном експерименту, који за циљ има да покаже да је хипотетички могуће прекршити Други закон термодинамике, Максвел је замислио посуду са гасом подељену на две коморе зидом који је изолатор и на коме се налазе вратанца која контролише поменуто имагинарно биће – које ће касније британски математичар Лорд Келвин крстити као Максвеловог демона. Овај демон у стању је да, без икаквог утрошка енергије, отвара и затвара врата на такав начин да дозвољава само брзим молекулима гаса да прођу у одабрану комору, чиме се она постепено загрева док се друга комора хлади. Ово имагинарно биће, сматрао је Максвел, омогућава систему у коме се налази да буде отпоран на ентропију, као и да се бесконачно креће (лат. *perpetuum mobile*). Другим речима, уколико би се овај демон налазио у мотору неке механичке машине, ова машина радила би без

топлотних губитака узрокованих трењем и отпором ваздуха.

Каналес у својој књизи истиче да је Максвелов демон „далеко опаснији од Декартовог демона, будући да може директно да утиче на природни свет и нема потребу никог да обмањује“, али и да је моћнији од Лапласовог демона јер овај први, осим пуког знања, има и моћ да одједном промени ток историје – или спречи природу да иде својим током. Фасцинантне моћи овог имагинарног бића учиниле су га једним од најпознатијих научних мисаоних експеримената, а његова слава прелила се из науке у културу, у ширем смислу. Амерички историчар и писац Хенри Адамс, на пример, био је одушевљен овом метафором и користио ју је, додуше погрешно, да објасни многе политичке и геополитичке односе. Тако је у Бизмарковој Немачкој видео Максвеловог демона европске геополитике друге половине деветнаестог века, а након доласка на власт Теодора Рузвелта, шалио се да би ово имагинарно биће требало да буде председник САД. Као у Адамсовом случају, многи су погрешно разумели овај мисаони експеримент и понекад га користили у контекстима у којима му није било место. Међутим, то не треба да чуди, будући да је Максвелов демон, како пише Каналес, широј публици грубо представљан као свемоћни ентитет способан да уради скоро све, чак и да преокрене ток времена. Ипак, оне који су га пажљивије проучавали, Максвелов демон је инспирисао да стварају нове технологије и теорије у различитим областима као што су хемија, космологија, нанотехнологија, неуронаука и кибернетика.

Гете у свом Фаусту, Шели у свом Франкенштајну, Лаплас и Максвел у својим мисаоним експериментима понудили су нам замишљене демоне који су нас научили нешто о стварности. Чак и када је лабораторија постала кључна арена модерне науке, ум је остао важнији. „Оно што је кључно у вези са научним демонима“, сматра Химена Каналес, „јесте начин на који они постају стварни, односно како наша машта покреће открића и како је можемо искористити да променимо свет.“

Максвелов демон имао је и своје „егзорцисте“ – оне који су критиковали овај чувени мисаони експеримент. Један од њих био је и Лео Силард, нуклеарни физичар и поборник Пројекта Менхетн, којим је „призвана“ атомска бомба. Он је тврдио да би Максвелов демон нужно морао да троши енергију како би вршио селекцију међу молекулима, чиме би пре увећавао ентропију него што би је смањивао – што значи да ни он не би успео да умакне Другом закону термодинамике. Али упркос критикама и изазовима, Максвелов демон преживео је све до данас. Чак и после више од сто педесет година, он наставља да нас опседа, мучи и искушава. Понекад и на местима на којима бисмо то најмање очекивали – рецимо, у економији. Један информатичар из Мајкрософта каже да се данас многе банке, *IT* компаније и осигуравајућа друштва понашају као Максвелови демони, с тим што уместо над молекулима гаса селекцију врше над информацијама. Захваљујући огромним базама информација о својим (потенцијалним и стварним) клијентима и специјалним *big data* алатима којима те информације могу да се великим брзином обраде на различите начине, једна компанија која продаје осигурање, објашњава овај информатичар, може да сортира своје клијенте, односно одвоји пожељне од непожељних и превише ризичне од мање ризичних, а све у циљу остваривања већег профита. „И онда ви почнете да говорите себи, 'сад ћу...' – понашате се као Максвелов демон са малим вратима – 'сад ћу кроз ова врата да пустим људе чије ме осигурање не кошта много, а они чије ми је осигурање скупо морају негде другде, све док не створим савршен систем који ће ми статистички гарантовати високу профитабилност'“, објашњава овај стручњак.

ПАНДЕМОНИЈУМ ДВАДЕСЕТОГ ВЕКА

Књига британског научника Карла Пирсона *Граматика науке*, која је у великој мери инспирисала Алберта Ајнштајна, пружа језгровит опис два демонска бића. Први је чувени Максвелов, док је другог Персон назвао „колегом Максвеловог демона“. „Колегине“ супермоћи криле су се у могућности кретања невероватном брзином – бржом од брзине светлости – која му је омогућавала да у тренутку пређе велике дистанце и буде на више места готово истовремено. Ајнштајн

је ову Пирсонову књигу читао као младић са групом пријатеља, а својим револуционарним радом, који ће објавити неколико година касније, показаће да ово биће уопште није могуће – јер ништа у природи не може путовати брже од светлости. Нешто касније, Артур Едингтон, британски астроном који је доказао теорију релативности током чувеног помрачења Сунца 1919. године, славио је Ајнштајна као „егзорцисту“ одговорног за протеривање другог демона који је могао да делује тренутно на даљину – „демона гравитације“. На крају крајева, и сам Ајнштајн описао је свој допринос модерној физици као једну врсту „истеривања духова“ апсолутног простора и времена.

Иако је Ајнштајн покушао да протера „демоне“ из науке, током његовог живота они ће населити најразличитије научне дисциплине, па чак и његову област – физику. Наиме, физичари су приметили да се микрочестице на субатомском нивоу – попут електрона и фотона – крећу чудно и непредвидиво, готово насумично, а за њихово необично понашање „окривљена“ су нова хипотетичка бића – квантни демони – који су одмах постали претња Лапласовом демону, чије се моћи заснивају на детерминистичком универзуму.

Бизарно понашање ових честица довело је у питање дуго раширено уверење да ствари у природи могу да буду лоциране и нађене на тачно одређеном месту у простору у тачно одређеном временском тренутку. Могућност да би оне могле бити, на један чудан начин, у вези једне с другима, путем квантне испреплетаности, дубоко је узнемиравала Ајнштајна. Он је ове везе, како пише Каналес, сматрао „сабласним“. Ипак, упркос Ајнштајну, нека истраживања указивала су на могуће постојање веза у овом универзуму које су брже од светлости, што је у живот вратило колегу Максвеловог демона. Млађа генерација научника почела је да сматра да би Ајнштајнов приступ могао бити погрешан. Нешто касније, научници ће открити да су „сабласни“ квантни демони способни и за уништавање застрашујућих размера. Нажалост, ослобађање разорних моћи квантних демона убрзо ће спознати и многи други, а та претња виси над нашим главама све до данас.

Демони из света физике врло убрзо ће населити и савремену биологију. Машту биолога двадесетог века окупираће идеја да је Максвелов демон тајни чинилац који одржава живот. Његове лудорије које пркосе ентропији биле су нашироко коришћене да објасне зашто су одређени организми способни да произведу више енергије него што су унели у себе, и зашто су могли да своје функционисање организују на све комплексније начине. Сумњало се и да је овај демон био присутан у том судбоносном тренутку када је сам живот почео. Међутим, Максвелов демон није деловао сам. Убрзо му се придружио и Лапласов демон, за којег се претпостављало да игра стабилизујућу улогу у биолошким системима.

У низу предавања под насловом „Шта је живот?“, одржаних у Даблину 1943. године, физичар Ервин Шредингер приметио је да се „хромозомска влакна“ која носе наш наследни материјал понашају као „свепрожимајући ум, који је једном замислио Лаплас“. Хромозоми су били сићушни и тешко их је било видети. Како су могли да садрже тако детаљне и пророчанске информације? Шредингер је претпоставио да нешто у њима мора да делује „узрочно“, тако да је „из њихове структуре могло да се види да ли ће се јаје развити... у црног петла или у пегаву кокошку, у муву или стабљику кукуруза, рододендрона, у бубу, миша или жену“. До тада су неки научници ову наследну јединицу називали „ген“, а молекул који је носио „генетички“ материјал ускоро ће бити назван ДНК. „Ово је био само почетак“, објашњава Каналес. „Са циљем да разоткрије мистерије наслеђивања и преживљавања, све више биолога почело је да проучава демоне физичара, надајући се да ће тако боље разумети живе системе.“

После Другог светског рата, пажњу биолога окупирао је „рођак“ Максвеловог демона којег су назвали „Дарвиновим демоном“. Овај демон контролисао је наслеђивање добрих или лоших гена. Истраживања његових способности довела су до кључних открића у нашем разумевању преноса гена и наслеђивања. Убрзо ће се за ове демоне заинтересовати и неуронаучници и користиће их за развој нових модела којима се објашњавају феномени интелигенције и свести.

Истраживање проблема интелигенције ослањањем на демоне наставиће се и у области информатике. Славни математичар и пионир вештачке интелигенције Алан Тјуринг тврдио је да треба напустити Лапласово гледиште као модел за компјутерско програмирање. Уместо да правимо рачунаре који ће следити алгоритме и достизати претходно утврђене резултате, Тјуринг је сматрао да би требало програмирати рачунаре тако да сами уче и извршавају операције. Ове машине, дизајниране да буду паметније од нас, могле би – чврсто је веровао Тјуринг – да дођу до резултата „које уопште не можемо да схватимо“.

Педесетих и шездесетих година претходног века, с друге стране екрана појавиће се и компјутерски демони. У контексту информатике, демон означава „програм (или део програма)“ који се изводи унутар рачунара. Када извршите претрагу на свом рачунару, линије кода зване „демони“ се користе за проналажење онога што тражите. Када се пријавите на интернет или користите свој паметни телефон, безброј таквих демона почиње вредно да ради како би процес комуникације између вас, вашег уређаја и уређаја

других текао неометано. Данас су ови демони од кључне важности за функционисање комуникационе инфраструктуре никад повезанијег света.

Пре четрдесетак година амерички филозоф Џон Серл замислиће моћног нанобота – или демона нано величине – који може да контролише који ће неурони у мозгу неке особе бити стимулисани, а који не, чинећи тако основне операција мозга сличним компјутерском програму. Када би такав демон био могућ, онда би могла да се замисли вештачка интелигенција чији механизми се готово не разликују од људске интелигенције. Настављајући даље ову дебату о свести и машинском учењу, Серл је критиковао идеју „јаке вештачке интелигенције“ – да ће машине моћи да мисле као и људи или чак боље од њих, да оне неће бити само алати, већ ће развити неку врсту свести. Ова дебата данас делује актуелније него икад. Страхујући од идеје „јаке вештачке интелигенције“, предузетник и изумитељ Илон Маск упозоравао је 2014. да смо са вештачком интелигенцијом „призвали демона“, и додао: „У свим оним причама где имате неког типа са пентаграмом и светом водом, он је сасвим сигуран да може да контролише демона. То увек пође по злу.“

ДЕМОНИ КАО МИСАОНИ АЛАТИ

Социолог Макс Вебер писао је како је модерна наука рашчарала свет, а познати амерички космолог и популаризатор науке Карл Сеган славио је науку зато што представља најбоље оружје против разних видова сујеверних и псеудонаучних веровања. Његов бестселер *The Demon-Haunted World* (1995) описује научни метод као „уметност детекције којештарија“, која је омогућила научницима да одбаце ирационална уверења и друге фантазмагорије. Међутим, док је наука „просветитељском снагом разума“ раскринкавала сујеверје и протеривала демоне из савременог света, нова врста демона почела је лукаво да опседа саму научну имагинацију. Ови демони нису били натприродна, монструозна и искључиво зла бића која вребају лакоме душе грешника. Они су настали као плод имагинације научника, са циљем да попуне рупе у постојећем знању, тестирају домете природних закона и помере границе могућег и замисливог. Ови враголасти помоћници научника играју важну улогу у њиховим мисаоним експериментима — експериментима који се могу извести само у машти, коју Каналес сматра најбољим алатом који имамо за проширивање и унапређење сазнања.

Замишљајући шта демони могу или не могу да ураде, научници су открили неке од најважнијих закона универзума. Када су развили закон о очувању енергије, замислили су моћне демоне који би могли да га прекрше. Када су развијали теорије термодинамике, замишљали су мале демоне који се петљају са појединачним атомима и могу да преокрену процес ентропије. Када су развили теорију релативности, разматрали су постојање демона бржих од светлости, који би могли да изазову хаос у универзуму на непредвидиве начине. Када су се загледали дубоко у атоме, све до нивоа кванта, испитивали су да ли се демони можда мешају у бизарне путеве фотона или електрона који утичу на атомско распадање, промену стања и ослобађање раније непознатих извора енергије.

Каналес истиче да је статус ових демона сличан статусу других алата мишљења које филозофи сматрају важним, као што су концепти, бројеви, класе и категорије. „За разлику од ових апстрактних или формалних ентитета, демони су живописни и конкретни. Имају имена, склоности и личности“, пише ова историчарка науке. „Они структурирају наше страхове и жеље, искушавају нас да кренемо новим правцима и наводе нас да измислимо нове, брже, паметније технологије и боље, свеобухватније теорије.“

Каналес научну демонологију повезује са оним што назива „одважношћу наше маште“ – нашом способношћу да замислимо оно што још не постоји или се чини као да не може бити стварно. Своју књигу ова историчарка науке завршава опсервацијом да научници, попут романописаца и филозофа, понекад најбоље раде када проблемима приступају на спекулативан начин. Гете у свом *Фаусту*, Шели у свом *Франкенштајну*, Лаплас и Максвел у својим мисаоним експериментима понудили су нам замишљене демоне који су нас научили нешто о стварности. Другим речима, чак и када је лабораторија постала кључна арена модерне науке, ум је остао важнији. „Оно што је кључно у вези са научним демонима“, закључује Каналес, „јесте начин на који они постају стварни, односно како наша машта покреће открића и како је можемо искористити да променимо свет.“ —Ⓔ

Аутор је дипломирани новинар и апсолвент Филозофије. Тренутно похађа мастер студије Културологије на Факултету политичких наука. Придружио се ЦПН-у у септембру 2018.

Денди у Београду

Преоблачење као облик модно-идентитетске еволуције за Доситеја Обрадовића није било просветитељски чин којим се он прерушавао у западњака, већ се као намерник из Србије отварао ка тековинама европског просветитељства које је било грађанско, а не црквено

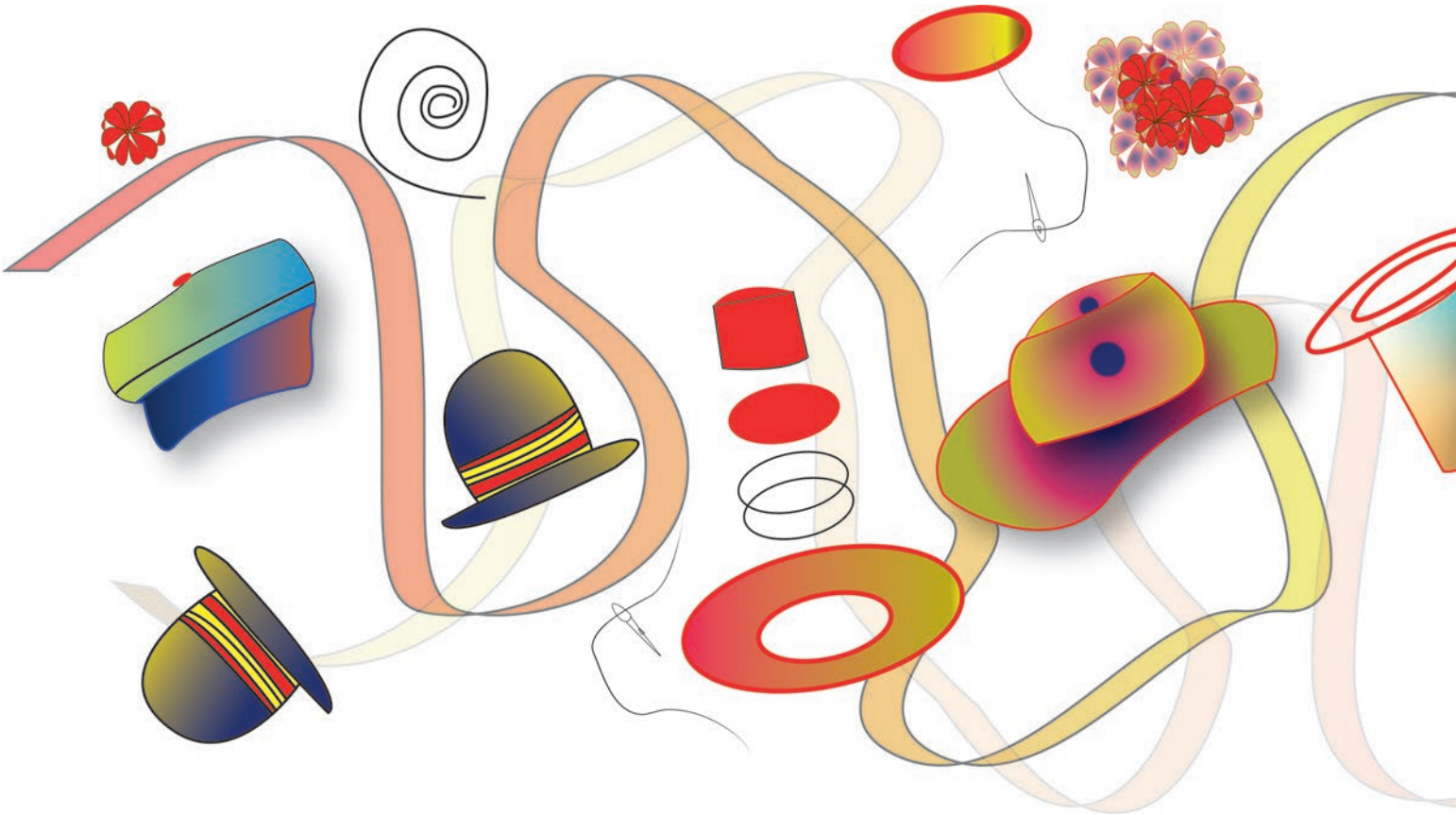
ТЕКСТ:
Стефан Жарић

ТОКОМ СВОЈИХ ЧЕСТИХ ПРОЛАЗАКА кроз Студентски парк у Београду како бих, као студент историје уметности (а касније и као академски сазрео историчар моде), прошао поред Капетан Мишиног здања ка Филозофском факултету, увек бих, онолико непристрасно колико један историчар моде то може да буде, помислио да је споменик Доситеју Обрадовићу „најмоднији“ споменик у Србији. Истовремено, споменик би ме увек навео да се присетим једне идентитетски крајње деликатне ситуације која се одиграла приликом мог првог путовања у Уједињено Краљевство, односно Лондон, након једног исто тако идентитетски крајње деликатног и врло нелагодног визног процеса. Наиме, полицајка на лондонском аеродрому је, повучена мојим изразитим америчким акцентом и „западним“ стилом одевања, на моменат заборавила да изврши пасошку контролу. Неколико секунди након што ме је пустила да прођем ипак је затражила да се вратим а онда, помало збуњена ћириличним натписом на мом пасошу, прокоментарисала како ја „не изгледам као да сам из Србије“. С обзиром на то да су, услед ригорозног визног система, ретки држављани Србије који себи могу да (и материјално и психички) приуште путовање у Уједињено Краљевство и да сама царица ни својим акцентом ни бојом своје коже у светлу свог закључка о мени „није изгледала“ као да је из земље у којој смо се обоје нашли, политичку, односно етничку проблематичност ове ситуације сагледао сам као једну забавну модну епизоду. У фиктивним ходницима историје моде, главни јунак те епизоде је управо Доситеј Обрадовић. Доситеја иста ова цариница посматра по његовом доласку 1784. године у Уједињено Краљевство – које је тада (а данас, под сенком Брегзита, можда чак и више) обојено империјалним и колонијалним предрасудама које су омогућиле утемељење социјалног дарвинизма као компаса британске спољне и граничне политике (а тиме и визног режима ове земље) – покушавајући да претпостави његову националност. Јер, обучен по последњој енглеској (!) моди на споменику Рудолфа Валдеца, подигнутом 1914. године, три године након што је уметник урадио скицу-скулптуру за споменик поводом стогодишњице смрти српског просветитеља, Доситеј Обрадовић „не изгледа“ као да је из Србије.

Визуелно, модно и још значајније, идентитетски нарушивши „оријенталну“ слику о Балканцу, моја појава (као што би то вероватно учинила и Доситејева) навела је цариницу да своју предрасуду испољи као вид друштвеног конструктивизма, политиколошке теорије која идентитете ставља у центар међународних односа који се потом воде сликама, то јест перцепцијама о себи и другоме. Питајући се шта, где, ко и кад је Европа у контексту нових дилема европског идентитета чије кризне тачке чине с једне стране брегзитовско Уједињено Краљевство а с друге Западни Балкан, хрватски политиколог Дејан Јовић се уједно пита и да ли је „Европа изван Европске уније“ уопште Европа. Европа се конституира у односу на другост јер је, како Јовић закључује, другост конститутивна за сопство

ИЛУСТРАЦИЈЕ: Марија Бабовић

51.50° N, 0.1276° W



којем поставља границе. Као што видимо, те границе нису само геополитичке, већ се, као модне и визуелне, тичу и политика тела и њихових флуидности и лиминалности. Брем Стокер ће на изузетан начин показати ту динамику у свом роману *Дракула*. На путу преко Карпата ка Трансилванији, протагониста романа Џонатан Харкер у свом путописном дневнику описује „балканске“ народе – Мађаре, Словаке, Србе, Румуне, Украјинце – у њиховим ношњама за које каже да би на позорници били савршен „оријентални оркестар“. Сам лик грофа Дракуле ће током боравка у Лондону трансгресивно себе учинити Енглезом (или боље, не-Балканцем) одупирући се погледу у ком се, према Харкеру, незападна ношња изједначава са егзотичним костимом и декором који треба да забави западног човека, чиме ће се поиграти и Копола у свом филму *Дракула*, комплетирајући грофов лондонски стајлинг стимпанк наочарима. И српско-британска књижевница Весна Голдсворти ће у својој култној студији *Измишљање Руританије: Империјализам маште* опазити сличну динамику другости као и Јовић, налазећи да придев „балкански“ имплицира нешто супротно европском јер је „европејство“ супротно „балканском понашању“ док се за сам Балкан увек верује да је негде другде, у некаквој не-Европи. Другим речима, Доситеј, Дракула и ја смо, сагледани кроз призму идентитетског приступа теорије моде, Тројански модни коњи који својим „небалканским“ изгледом опредмећују Балкан и балканско тело тамо где им социополитички није место, као што је брегзитовска Британија која се одједном нашла, баш као и Западни Балкан, у Европи изван Европске уније.

Да је Доситеј у Енглеску ушао као „Енглез“ односно као модни западњак, сведочи и чињеница да је он западну моду прихватио и пре доласка у Лондон 1784. године, односно током студија у Немачкој. Наиме, како читамо у изванредном научном раду костимографкиње Ладе Ускоковић објављеном 2014. године под називом *Како се одевао Доситеј Обрадовић: покушај реконструкције*, Доситеј је 1782. у Халеу скинуо свештеничку одору и обукао грађанско одело уз коментар да се „овде преобучем у светске грешне хаљине“. Иако је Доситејева опаска о „светским грешним хаљинама“ оправдана просветитељском критиком расипништва француског двора у 18. веку од стране тадашњих еминентних филозофа, савремени и постхумни визуелни прикази Доситеја Обрадовића њега ипак приказују као модно освешћену фигуру. У том смислу, нема сумње да преоблачење као облик модно-идентитетске еволуције за Доситеја није било просветитељски чин којим се он прерушавао у западњака, већ се као намерник из Србије отварао ка тековинама европског просветитељства које је било грађанско, а не црквено. Урођен у не само просветитељске

идеје, него и богат културни и модни живот Лондона и Енглеске последње деценије 18. века о ком ће нас у својим романима до детаља обавестити Џејн Остин али и медији попут „Спектатора“ и „Татлера“, Доситеј је постао својеврсни катализатор енглеских социополитичких, књижевних, естетских и модних идеја и идеала у нововековној Србији и њеном раномодерном идентитету. Заједно са другим мушкарцима, превасходно писцима и уметницима који су се школовали у Централној и Западној Европи, он је поставио темеље модног маскулинитета као интегралног концепта модерног српског грађанског индентитета. Ови мушкарци су увели нови облик урбаног маскулинитета који је био базиран на аустроугарским и западноевропским модним матрицама и у друштво, али и у књижевност и визуелну културу тог доба. Удаљавајући се од народних ношњи и византијских и османских утицаја, они су у целости реформисали мушки изглед, стварајући српског дендија, илити кицоша. Такође, у контексту историје модерне моде и грађанског одевања у Србији, битно је напоменути да су први западни утицаји на овом плану дошли кроз Војводину, а не кроз Београд, те да је „српски денди“ у свом изворном облику у ствари био „војвођански кицош“. Тако дендије у историји српске уметности прве половине 19. века срећемо на грађанским портретима Арсенија Теодоровића и Павела Ђурковића, а у књижевности највише у лику Шамике Кирића из романа *Вечити младожења* Јакова Игњатовића, а потом и у прози Лазе Лазаревића, Стевана Сремца, Борисава Станковића, Сима Матавуља, Светолика Ранковића и Јанка Веселиновића.

Но, док су аустроугарски и француски као „општеевропски“ утицаји у моди Доситејевог времена и доцније истражени кроз студију *Мода ампира у Војводини* костимографкиње Зоре Живадиновић-Давидовић и делатност прве кустоскиње Одсека за текстил и костим Музеја примењене уметности у Београду и историчарке уметности Добриле Стојановић, Лада Ускоковић је прва идентификовала појединачне елементе енглеског дендизма и енглеског стила у Доситејевом изгледу и уопште мушкој моди у Србији крајем 18. и почетком 19. века. Упоређујући репрезентацију Доситеја са портрета Арсенија Теодоровића са уљима на платну америчког сликара Гилберта Стјуарта насталим у Лондону уочи Доситејевог боравка тамо, Ускоковић као елементе тадашњег енглеског стила у Доситејевом изгледу набраја реденгот (капут до колена) и жабо (украс око врата). Како портрет представља Доситеја само до појаса, ауторка претпоставља да је Доситеј такође носио и чакшире, чарапе и ципеле, а у руци цилиндар и штап. У целокупном (замишљеном) денди имицу у ком нас и данас овај „Енглез у Београду“ и „лондонски Балканац“ поздравља из Студентског парка, Доситеја је замислио Рудолф Валдец. Оно што фасцинира јесте хируршка прецизност сваког модног детаља енглеског стила с краја 18. века и његове реконструкције на Валдецовом споменику што, макар када је у питању приказивање моде у српској уметности, није увек био случај. Валдецов споменик Доситеју Обрадовићу тако није само најмоднији, него и модно најпрецизнији споменик у јавном простору у Србији, те заједно са Ђурковићевим портретом Доситеја једино уметничко дело у корпусу националне историје уметности које сведочи о мушкој грађанској моди девете деценије 18. века у Енглеској и Доситејевом усвајању англоманије као европског модног тренда. Уједно, и Доситејево држање на споменику је дендијевско и кицошко јер, како Милентије Ђорђевић у есеју *О кицошком одевању у прози српских реалиста* истиче, кицош није био онај преко мере накићен и одевен у скупоцено рухо, већ неко ко је умео да понесе оно што има. Стигавши у Лондон, Доситеј пише следеће:

„И сам сам се себи крстио и чудио у какав ме је блажени час мила мати моја зачела. Гди сам ја ово сад? Ко ли сам ја? Чињаше ми се као да сам се изнова у некакав нови свет родио. Необично представљаше ми се постигнути: јесам ли ја онај исти који пре неколико дана с мојим комшијом Ником Путиним, из Баната, све покрај Бегеја у Срем, а одавде у црвени хајдучки опанци с Атанасијем покрај Дунава у Хорватску у великој итошти иђах? Сад на покрову таковог интова (у који за улести ваља се пењати по мердевинама) седим као неки римски диктатор, и победивши љуту скудост и суровог мучитеља убожество, аки у победоносном тријумфу улазим у славнији и лепши град него је икада Рим био, вмењајући себе тако благополучна зато што га видим и у њега улазим аки би сав мој био прекрасни Лондон.“

„Црвене ајдучке опанке“ Доситеј је презуо и пре доласка у „прекрасни“ Лондон, но ипак је, са становишта теоријске мисли о моди и идентитету, интересантно да их по уласку у једну од светских модних престоница евоцира. Век и по касније, ципелице црвене попут Доситејевих опанака, симболизујући одлазак али и повратак кући, омогућиће Дороти Гејл из *Чаробњака из Оза* да освоји нови свет. Баш онакав у каквом се Доситеју, обученом у енглеско одело, чинило да се изнова родио. Напослетку, није ли мудрац Бијас од Пирене рекао: „Све своје са собом носим“?
—Ⓔ

Аутор је историчар моде и докторанд на Одсеку за Англистику Филозофског факултета у Новом Саду, где проучава моду у Шекспировим великим трагедијама.

ИНТЕРВЈУ

Др Дрор Гил,
Консултант за генеративну вештачку интелигенцију

Важно је едуковати људе

Др Дрор Гил је консултант, страствени подкастер и певач рок групе „Бета“. О томе зашто је каријеру посветио вештачкој интелигенцији, о њеним врлинама и манама, и о томе зашто је едукација важна, говорио је за Центар за промоцију науке током недавног боравка у Србији

РАЗГОВАРАЛИ:
др Марјана Бркић, *ChatGPT*

ПРИРЕДИЛА:
Ивана Николић

ФОТО:
Владимир Јанић

ДР ДРОР ГИЛ ЈЕ ДИПЛОМИРАО електротехнику на Израелском институту за технологију Технион, копроналазач је 37 одобрених патената и добитник награде *EMMI*® за технологију и инжењерство 2021. године. Он је технолошки извршни директор са преко 30 година искуства у водећим израелским високо технолошким компанијама, а помаже и организацијама да користе алате вештачке интелигенције како би повећали ефикасност и појачали капацитете. Недавно је боравио у Србији, у оквиру серије научних предавања под називом *Science at the Bar*, коју је организовао Центар за промоцију науке у сарадњи са Амбасадом Израела у Београду. Том приликом интервјуисали су га – заједно – *ChatGPT* и директорка Центра за промоцију науке др Марјана Бркић.

Др Гил нам је на почетку разговора рекао да је то дефинитивно његов „најчуднији интервју“.

***ChatGPT*:** Можете ли нам дати преглед генеративне вештачке интелигенције и њене примене у различитим областима?

Др Дрор Гил: Пре свега, шта је генеративна вештачка интелигенција? То је технологија која ствара садржај на основу захтева или упутстава које задаје корисник. Постоји вештачка интелигенција која анализира садржај: на пример, она може да анализира фотографију и провери да ли се на њој налази мачка, може да идентификује објекте, анализира услове за аутономну вожњу. У овом последњем случају говоримо о системима вештачке интелигенције који генеришу текст. Дакле, они могу да створе фотографије, видео-записе, текст. Онако како ја то видим, системи генеративне вештачке интелигенције најпре уче, а потом копирају обрасце људског стварања. Дакле, они стварају нови садржај, нове слике, нове видео-записе, нови текст, а на основу слика, видео-записа и текста који су људи већ генерисали. Како то раде? Узмимо слике: они на њима уче шта значи када је нешто глатко, плаво или округло, или уче да их је насликао Ван Гог. Након што интернализује, односно научи ове концепте, систем може да генерише нови садржај описом. Ви можете да му тражите фотографију астронаута који у свемиру јаше коња и добићете је. Можете да тражите слику плишаног медведа како купује по древном Египту и добићете је, и то зато што је систем научио све те обрасце. Постоје различите апликације, али поента је иста: генеративни медији стварају слику. Све што вам је на уму, свака фантазија, све што вам треба за посао или у било коју другу сврху, добићете пуким убацивањем описа.

Када је реч о тексту, треба имати на уму да се сва наша комуникација базира на њему. Бизнис се базира на њему. Ми читамо текстове, ми пишемо текстове; читамо чланке, блогове, научна истраживања; ми све то исто и пишемо. Пишемо мејлове, читамо мејлове, СМС поруке. Тако да, када говоримо о тексту, генеративни системи вештачке интелигенције могу да ураде много више од нас, па чак и да нас замене у многим дневним рутинама. Рецимо, системи вештачке интелигенције могу да сумирају неки чланак и излистају вам његове најважније делове. Или, ако им задате кључне појмове, на основу њих могу да генеришу текст. Осим тога, можете рећи

систему који стил желите да користи, можете му рећи да користи метафоре, можете му такође рећи да се обраћате одређеној публици па да садржај прилагоди десетогодишњацима, или научницима, а у том случају ће ући и у техничке детаље. Систем може да пише и у стилу одређених новина, рецимо „Њујорк поста“, или неког таблоида, свеједно. Укратко, системи вештачке интелигенције вам могу помоћи да генеришете садржај, али вам могу и сумирати најразличитији садржај.

Мислим да већина људи зна да генеративна вештачка интелигенција може да креира садржај попут чланака, али мислим да не знају да тај садржај може да буде високо квалитетан. На пример, генеративна вештачка интелигенција може да створи планове: путне планове, радне планове, идеје. Ако му дате инструкције, он ће вам дати идеје за компанију, за одређене производе, идеје за развој бизнис модела које ви касније можете да користите. Он заиста може да уради доста тога и може бити ваш „брејнсторминг колега“ који вам помаже у решавању било ког проблема у животу. Тако да заиста мислим да је ово нешто што много људи не зна о генеративној вештачкој интелигенцији попут *ChatGPT*-ија.

ЦПН: Говорили сте нам и о томе да сте од *ChatGPT*-ија тражили да вам помогне да осмислите како да развијете стартап компанију. Можете ли да нам објасните како је тај експеримент изгледало?

Др Дрор Гил: *ChatGPT* се појавио крајем новембра 2022. Открио сам га неколико дана касније и почео сам да се играм и да га тестирам и био сам одушевљен свестраношћу и способношћу овог алата. Онда сам решио да уз помоћ *ChatGPT*-ија покушам да покренем стартап у року од једног сата, с тим што нисам имао никакву идеју. Ево и како сам успео у томе. Најпре сам питао *ChatGPT* – како се покреће стартап. Иако сам знао одговор на ово питање, јер сам и сам покренуо неколико стартапова, претварао сам се да о томе не знам ништа. Онда ми је *ChatGPT* одговорио да ми је најпре потребна идеја, па да потом морам да развијем бизнис план, па да нађем инвеститоре којима ћу тај план представити; они ће ми дати новац захваљујући чему ћу направити развојни план итд. Онда сам му рекао – у реду, хајде да кренемо од почетка: идеја. Можеш ли ми дати неку идеју? *ChatGPT* ми је дао чак десет идеја, па још десет. Одабрао сам једну од њих и започео са читавим процесом. Потом сам му тражио да ми направи презентацију за инвеститоре, да ми да бизнис модел, спецификације производа итд. Тако да сам прошао кроз све фазе покретања стартап компаније. На крају сам га питао ко би могао да купи тај стартап и тражио сам му да направи уговор. Све ово је урађено у року од сат времена. Читав процес сам детаљно описао у ПДФ документу који сам потом поставио на Линкдин, тако да га сви могу користити. Сматрам да тај документ може много да помогне предузетницима, власницима компанија, који схватају колико *ChatGPT* може да помогне у

разним аспектима њиховог пословања, у било којој фази у којој се њихова компанија налази, и може заиста да помогне да она буде продуктивнија.

***ChatGPT*:** Шта вас је инспирисало да каријеру усмерите на истраживања у пољу вештачке интелигенције?

Др Дрор Гил: Током протеклих неколико година сам пратио дешавања на пољу вештачке интелигенције. То ми је било попут хобија – читао сам све што би се појавило о генерисању слика, текста, о алаткама као што су *GPT* и *DALLE*. Направио сам неколико презентација о томе и представио их у различитим приликама. Када се 30. новембра 2022. године појавио *ChatGPT* и када сам почео да се играм њиме, одједном сам схватио да је то нешто што ће променити свет. *ChatGPT* ће трансформисати образовање, забаву, медије, индустрију, компаније, начине пословања, владе, све. Зашто? Зато што ми изненада имамо алатку која може да разуме, обради или генерише текст на веома високом нивоу. *ChatGPT* 3.5 се појавио у новембру, а већ у марту ове године изашао је *ChatGPT* 4, који је још бољи. Боље генерише текст, мање греши и пролази више тестова од људи. Тако да, када сам схватио да долази до фундаменталних промена у друштву, решио сам да овај део своје каријере стопостотно посветим генеративној вештачкој интелигенцији, пре свега на пољу технологија. Заиста мислим да ће ово променити све. А друга ствар која ме је фасцинирала јесте брзина којом се промена дешава. Знате, ја се високом технологијом бавим већ 30 година и прошао сам кроз неколико револуција: револуцију веба, мобилну револуцију, и свака од њих је променила и индустрију и бизнис. Захваљујући њима, компаније су направиле своје веб-сајтове и почеле онлајн продају. Онда су развиле мобилне апликације преко којих комуницирају са својим корисницима. Али свакој од ових промена су биле потребне године и године, док се са *ChatGPT*-ијем све дешава врло брзо. Стално се појављују нови модели, долази до нових интеграција чет-ботова у апликације попут *Microsoft 365* и *Google Workspace*, у безбедносне и финансијске апликације. Све се дешава невероватном брзином, па компаније и организације такође морају да се брзо прилагођавају овим променама. Ја овде видим велику могућност, и зато сам и одлучио да се посветим вештачкој интелигенцији, да помогнем и едукујем компаније и образовне институције о предностима и изазовима генеративне вештачке интелигенције, како могу да буду продуктивнији и како могу да промене процес рада и да са мање заправо ураде више.

***ChatGPT*:** Можемо ли сада да разговарамо о етици – који су то потенцијални ризици које генеративна вештачка интелигенција носи са собом? Рецимо, *deepfake* и последице *deepfake*-а.

Др Дрор Гил: Понекад своја предавања називам „Плес са ботовима“, јер то заправо и јесте налик плесу. Ови ботови, тачније АИ чет-ботови, засновани су на великим језичким моделима и њихове су могућности огромне, али су огромне и претње. Зашто? Зато што их лоши актери могу користити да раде лоше ствари, и ова претња се заправо односи на генеративну вештачку интелигенцију генерално. Сада говоримо о изазовима и проблемима и ево погледајмо генератор слика *DALLE*: његове најновије верзије 5.0 и 5.1 су достигле такав ниво да се не може направити разлика између слике које он произведе и стварних слика, оних које су направили фотографи користећи фотоапарате. То значи да, ако желите да направите фотографију папе у белом ваздушастом капуту, ви то лако можете да урадите, и заправо је неко то већ урадио. Можете и да направите фотографију на којој Трампа брутално хапсе полицајци: иако се ово никада није десило, људи неће знати да је фотографија лажна. Мислим да ћемо све чешће виђати овакве *deepfake* фотографије, да ће их људи све више правити и ширити како би утицали на јавно мњење и, рецимо, на берзу. Недавно је неко твитовао фотографију Пентагона у пламену, након чега је америчкој берзи на неколико минута опала вредност за 500 милијарди долара. Тако да генеративна вештачка интелигенција јесте реална претња и реална опасност. Ви сада можете и да имитирате гласове: ако имате снимљен нечији глас, макар и на само неколико секунди, систем може да говори управо тим гласом шта год да му ви задате да каже.

ЦПН: То онда значи да сада можемо да искористимо ваш глас да кажемо шта год желимо?

Др Гил Дрор: Тако је, и људи то већ користе да преваре друге људе. Рецимо, неко то може да искористи да позове неку особу, представи се као њена ћерка и каже да је у опасности и да одмах пребаци биткоине на одређени рачун. Наравно, то није њена ћерка, али звучи као она. Оно што ја сада свима говорим јесте – не верујте свему што читате, свему што видите, свему што чујете. Све то може бити лажно и све морате да проверите. Проверавајте најпре користећи поуздане изворе информација; проверавајте и код више различитих извора. Увек будите скептични.

***ChatGPT*:** Како мислите да ће будућност да изгледа? Да ли треба брзо да регулишемо ову област или да је пустимо да се даље развија?

Science at the Bar

Центар за промоцију науке у сарадњи са Амбасадом Израела у Београду организовао је од 29. маја до 3. јуна, други годину заредом, серију предавања под називом *Science at the Bar*. Тим поводом, реномирани научници из Израела (Офер Фирстенберг, Лијат Јакир, Шимрит Маман и Дрор Гил) и њихове колеге из Србије (Бранислав Кисачанин, Слободан Марковић и Александар Крмпот) разговарали су са гостима кафића и барова у Новом Саду и Београду о темама из области вештачке интелигенције, молекуларне генетике, физике и климатских промена.

Визуал: Сања Црњански

Др Дрор Гил: Она мора да буде регулисана. Данас постоје прописи који вас спречавају да ширите лажне вести, ако то радите, мислим да кршите неке законе. Али сада је све лакше и лакше ширити лажне вести, а квалитет лажних вести је све бољи и ближи оригиналу, тако да мислим да ће прописи морати да се појачају и да ћемо морати да пронађемо начине да лако пријавимо такву вест када је видимо, тако да особа која ствара тај лажни садржај може бити ухваћена и изведена пред суд. Ово је нешто што заиста ремети друштво.

ЦПН: Ваше предавање у оквиру *Science at the Bar* је било веома посећено, људе занима све што се односи на генеративну вештачку интелигенцију. Какви су ваши утисци, колико је важно разговарати са људима у овом формату и да ли мислите да вреди?

Др Дрор Гил: Мени се овај формат заиста допада и то је нешто што већ дуже време радим у Израелу. Био сам на много оваквих сусрета, и сам сам чак започео неколико у мом родном граду Хаифи. Сваког месеца на те сусрете у Хаифи долазе предузетници, људи који се баве високом технологијом, инвеститори. Пијемо пиво, грицкамо нешто, пратимо презентације и разговарамо. Заиста мислим да је важно да изградимо заједницу и такође сматрам да је важно едуковати људе о генеративној вештачкој интелигенцији у свакој земљи, у сваком друштву. Говорили смо о проблемима које са собом носи *deepfake*, и треба говорити људима да квалитет *deepfake*-а постаје све бољи и да морају да буду обазриви. Такође, треба им рећи да и садржај који они стварају користећи вештачку интелигенцију и алатке попут *ChatGPT*-ија није увек потпуно тачан. *ChatGPT* понекад греши и генерише садржај који не одговара реалности. Морамо људе да учимо критичком мишљењу и морамо да их научимо да критички посматрају ове алатке и њихов учинак, да га проверавају на више страна, са људима, на интернету. Они морају да буду сигурни да је садржај који је *ChatGPT* креирао у њихово име тачан. —Ⓔ

Марјана Бркић је доктор биолошких наука, под заједничким менторством Универзитета у Београду и Универзитета у Генту. Тренутно је на позицији в.д. директора Центра за промоцију науке.

ИНТЕРВЈУ

Др Бојана Обрадовић, др Јасмина Стојковска, др Јована Звицер,
Иновациони центар Технолошко-металуршког факултета у Београду

Постоји свест о важности теме којом се бавимо

Крајем маја, проф. др Бојани Обрадовић, др Јасмини Стојковској и др Јовани Звицер из Иновационог центра Технолошко-металуршког факултета у Београду стигла је важна награда: стручни жири 65. међународног сајма технике и техничких достигнућа доделио им је посебно признање за експонате који доприносе развоју технике

РАЗГОВАРАЛА:
Ивана Николић

РЕЧ ЈЕ О *3D PERFUSE* ПРОТОЧНОМ БИОРЕАКТОРУ за једнократну употребу, који је овај тим развијао током протеклих година, између осталог и са циљем да буде лак за руковање и оним истраживачима који немају техничку експертизу. Овај експонат је представљен и у оквиру изложбене поставке „Играј за човечанство! Науке за све“, коју су организовали Влада Републике Србије, Министарство науке, технолошког развоја и иновација, Министарство информисања и телекомуникација и Министарство просвете.
3D perfuse се, иначе, већ увелико примењује на неколико института у земљи и иностранству, и један је у низу пројеката Иновационог центра Технолошко-металуршког факултета, који ради од 2009. године, а бави се истраживањима и експерименталним и развојним пројектима у оквиру техничко-технолошких наука. О биореактору, Иновационом центру, значају награда и положају жена у науци разговарали смо са проф. др Бојаном Обрадовић, др Јасмином Стојковском и др Јованом Звицер.

Можете ли да нам кажете нешто више о овом биореактору, његовој примени и значају?

Наш *3D perfuse* проточни биореактор је првенствено намењен гајењу ћелија и ткива у лабораторијским условима тако што ћелијама обезбеђује смештај у тродимензионалној (*3D*) структури која имитира окружење у организму. Наиме, у традиционалним биолошким и фармацеутским испитивањима ћелије се једноставно засеју на подлогу за коју се залепе и тако гаје у монослоју, односно такозваним дводимензионалним (*2D*) условима. Међутим, у живом организму нема сличних слојева спљоштених ћелија већ су оне распоређене у ткивима и органима где имају

Бојана Обрадовић, Јасмина Стојковска и Јована Звицер (фото: лична архива)

свој карактеристичан облик зависно од врсте ћелија. Генерално, биомимични биореактори имитирају услове у природној *in vivo* средини тако што са једне стране обезбеђују ћелијама *3D* окружење, а са друге биофизичке сигнале који су карактеристични за одређено ткиво. На тај начин добијамо релевантније резултате, јер су физиологија и метаболизам ћелија у таквом окружењу слични као у природном ткиву. Наш *3D perfuse* проточни биореактор имитира услове у прокрвљеним ткивима, као што је то коштано ткиво, и уз примену погодних биоматеријала може да обезбеди гајење различитих врста ћелија ради регенерације ткива али и ради испитивања, на пример, малигних ћелија и тумора. Тако је једна од потенцијалних употреба овог биореактора у фармацији за тестирање антитуморских лекова, али је и корак ка персонализованој медицини. Наиме, идеја је да у будућности за сваког пацијента оболелог од рака буде одређена потенцијално најбоља терапија у самом биореактору.

Поред тога, систем је једноставан и намењен је за једнократну употребу, а тиме смо желели да га учинимо атрактивним за примену у свим биолошким, фармацеутским и биомедицинским лабораторијама, али и да смањимо ризик од потенцијалног преноса контаминације.

Како сте и када дошли на идеју да развијете *3D perfuse* проточни биореактор? Да ли мислите да би у некој ближој будућности он могао да се користи у пракси у најширем могућем смислу?

Наша група за биомедицинско инжењерство на Технолошко-металуршком факултету у Београду се већ дужи низ година фокусира на развој и примену нових биомимичних биореактора за примену у биомедицини, као што је то биореактор који имитира напрезања у хрскавици док ходамо. Ови системи су, међутим, сувише компликовани за употребу некоме ко нема техничку експертизу. Са друге стране, статистика која се односи на транслацију резултата истраживања из претклиничких ка клиничким студијама је поражавајућа. Наиме, мање од 10% резултата испитивања на животињама је релевантно за људе. Овај податак говори о томе колико је животиња жртвовано, утрошено новца и времена без потребе. У науци је већ добро познат јаз између резултата добијених на ћелијским линијама у *2D* систему, на животињама и на клиници, и једно од решења је усмерено ка успостављању адекватних система који ће омогућити истраживања хуманих ћелија у *3D* окружењу. Тиме би се дефинитивно са једне стране смањила испитивања на животињама, а са друге убрзао развојни пут

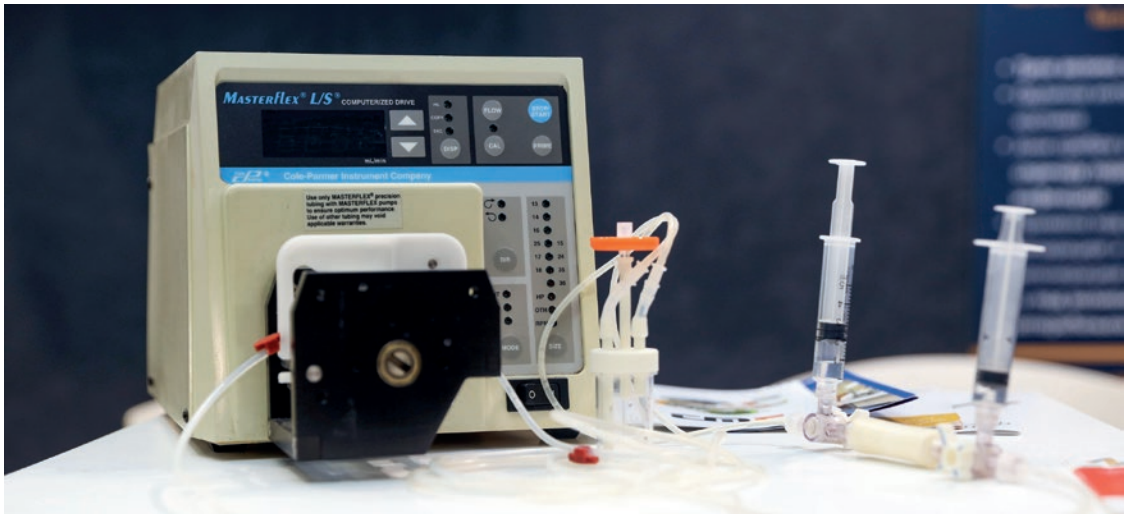


ФОТО: Марко Рисовић

терапија и лекова до клиничке примене. Наша идеја је била да развијемо једноставан биореакторски систем за једнократну употребу који би био лак за руковање и истраживачима који немају техничку експертизу, као што су то биолози и фармацеути. Тако је наш систем биореактор *3D perfuse* већ примењен у Институту за молекуларну генетику и генетичко инжењерство, Институту за биолошка истраживања „Синиша Станковић“, као и на Универзитету Источног Пијемонта „Амедео Авогадро“ у Италији, са којима сарађујемо.

Колико је за вас лично, али и за Иновациони центар у коме радите, важно ово признање и зашто?

Наравно да је ово признање, као и остала признања која смо до сада добили, од великог значаја за наш тим, јер говори у прилог томе да постоји свест о важности теме којом се бавимо и да је препознат потенцијални ефекат који примена биомимичних биореактора може да има на даљи развој биомедицине, нових терапија и лекова. Верујемо да и проф. Ђорђе Јанаћковић, директор Иновационог центра Технолошко-металуршког факултета, дели исту радост и узбуђење око признања јер оно указује на иновациони потенцијал центра.

Какву сарадњу имате са привредним сектором у Србији, да ли су расположени за коришћење ваших производа?

Ми се редовно представљамо на сајмовима технике и одржавамо контакте са појединим компанијама у Србији, али за сада је наш проточни биореактор *3D perfuse* нашао примену у истраживачким лабораторијама. Верујемо да ћемо на тај начин добити више резултата који ће показати разноврсне примене биореактора и обезбедити добру основу за тестирање и у индустријском окружењу.

***3D perfuse* проточни биореактор је развио тим који чине три жене. Како бисте оценили положај жена у науци у Србији? Има ли простора и потребе за унапређењем тог положаја?**

Статистички гледано, у Србији више од половине запослених у науци чине жене. Иако се жене све више укључују у научна истраживања и образовање, још постоји јаз у њиховој заступљености на вишим академским и истраживачким позицијама. Важно је схватити да је унапређење положаја жена у науци важно не само за постизање родне равноправности, већ и за остваривање пуног потенцијала и напретка друштва. За унапређење увек има простора. Потребно је радити на мотивацији и подршци женама у преузимању водећих функција и положаја. То се делом може регулисати и посебним условима и подстицајима у оквиру пројектних позива, где би требало водити рачуна о једнаком учешћу жена на позицијама руководилаца пројеката. Свакако, оно што би олакшало положај научница, али и генерално пословних жена, јесте проналажење флексибилних радних модела који би омогућили женама да једноставније постигну баланс између пословног и породичног живота. —Ⓔ

Истражите више о ауторки на страни 79.

ИНТЕРВЈУ

Др Слободан Долашевић,
Golden Bee d.o.o.

Кошница за ентеријер: пчеларење из фотеље

„*Beeamond* систем је урбана кошница намењена гајењу пчела у затвореном простору уз добијање пчелињих производа и услуга. Овај иновативни производ се може инсталирати у домаћинствима, пословним просторијама, угоститељским објектима, образовним установама и на другим местима“

РАЗГОВАРАО:
Ђорђе Петровић

ФОТО:
Марко Рисовић

НА НЕДАВНО ОДРЖАНОМ САЈМУ ТЕХНИКЕ и техничких достигнућа у Београду, стручни жири одлучио је да једна од три Велике награде „Корак у будућност“ за најуспешнији експонат на овој међународној манифестацији припадне компанији *Golden Bee d.o.o.* из Београда. Ова компанија, која је свој експонат представила у оквиру изложбене поставке Владе Републике Србије под називом „Играј за човечанство! Наука за све“, награђена је за *Beeamond* систем – савремену кошницу у којој можете да узгајате пчеле и добијате драгоцене пчелиње производе чак и унутар зидова вашег дома. Ова кошница за ентеријер сасвим је безбедна за коришћење у кућним условима и представља вам „јединог кућног љубимца који је све време слободан“ – пчелу.

Аутор овог пројекта и изумитељ кошнице др Слободан Долашевић компанију *Golden Bee d.o.o.* основао је 2014. године и води је са својом супругом Маријаном Долашевић. Докторирао је средином 2020. године на Пољопривредном факултету у Београду баш на теми из области пчеларства. Он истиче да су му пчеле велика љубав и да је пчеларством почео да се бави још током студентских дана. „Поред тога што сам се одлучио за својих првих пар кошница, пчеларење сам касније изабрао и као професију, у жељи да одговорим на разне изазове у пчеларству, где се многе ствари могу унапредити применом и развојем нових метода, приступа и идеја“, каже за Елементаријум овај пчелар и иноватор.

Са др Долашевићем разговарали смо о томе како је дошао на идеју да направи кошницу којом се може „пчеларити из фотеље“, како се она

користи и какве погодности доноси, колико му значи награда на Сајму и да ли уз његову кошницу свако од нас може постати пчелар.

На 65. међународном сајму технике и техничких достигнућа у Београду представили сте пројекат *Beeamond* – савремену кошницу за узгајање пчела и добијање пчелињих производа у кућним условима. Можете ли да нам објасните како ваш производ функционише?

Beeamond систем је урбана кошница намењена гајењу пчела у ентеријеру, уз добијање пчелињих производа и услуга. Овај иновативан производ може се инсталирати у домаћинствима, пословним просторијама, угоститељским објектима, образовним установама и др. Потпуно је безбедан за корисника и конструисан тако да спречава пчеле да излазе у унутрашњост простора у коме се *Beeamond* систем налази, али им истовремено и омогућава да несметано излазе из кошнице у спољашњу средину. Често се и сами нашалимо како је ово једини кућни љубимац који је све време слободан (пуштен). Дакле, за његово коришћење неопходно је активирање отвора кроз који пролази црево (попут излаза за клима уређај) и служи као пчелињи излаз.

Beeamond систем је направљен од провидног клирита, постојаног, чврстог и флексибилног материјала који је одобрила америчка Управа за храну и лекове САД (ФДА) као материјал који може бити у контакту са храном (енгл. *food grade*). Овај систем насељава се уз помоћ дрвене кутије која служи за транспорт пчела од пчелињака до *Beeamond*-а. Оптимална количина пчела у систему је око 650 грама пчела, што је приближно 6500 пчела.

У чему се крије иновативни значај пројекта *Beeamond* и које погодности доноси?

Већина људи сматра да је *Beeamond* систем иновативан зато што омогућава гајење пчела у затвореном простору. Међутим, огледне кошнице (енгл. *observation hive*) постоје на тржишту и већ дуго не представљају нарочиту новост. Иновативност *Beeamond* система се огледа у томе што се на основни систем модуларно додају елементи који омогућавају добијање пчелињих производа и услуга (тзв. колектори). Поменути елементи пружају могућност бесконтактног сакупљања пчелињих производа (меда, полена и прополиса)

у затвореном простору. Поред тога, њена јединственост огледа се у томе да људи имају могућност инхалирања ароматичног пчелињег ваздуха (апи-инхалације) и третмана пчелињим отровом (апи-пунктура). Такође, њена специфичност се огледа и у дизајну, где при састављању хексагоног тела кошнице не користимо лепак, а читав систем садржи 398 делова, који се ручно савијају и склапају.

Већина људи није имала прилике да посматра пчелињи микро-свет изблиза, једини контакт сводио се на посматрање пчела у лету или посматрање њихове активности на разнобојним цветовима у природи. Данас је могуће постати пчелар и гајити их као кућне љубимце уз свакодневно уживање у призору које оне својом запањујућом организацијом представљају за све њене гледаоце, од најмлађих до најстаријих.

Бенефити се могу сагледати из више независних аспеката: медицински – *Beeamond* као кућна апотека (апи-терапија); пољопривредни – *Beeamond* као систем који преко активности пчела доприноси полинацији локалног екосистема; едукативни – *Beeamond* систем својом конструкцијом и материјалом омогућава посматрање пчелињег друштва и свих процеса током добијања пчелињих производа; и маркетиншки – *Beeamond* својим изгледом представља атракцију и служи као маркетиншки алат у угоститељским објектима.

Како сте дошли на идеју да направите овакву кошницу? Колико дуго сте радили на томе?

Интензивним радом са пчелама родила се идеја да се пчелиња заједница може наћи у ентеријеру, где би пчеле својим активностима награђивале пчелињим производима њене кориснике и где би својим присуством красила ентеријере многих љубитеља природе. Већина људи није имала прилике да посматра пчелињи микро-свет изблиза, једини контакт сводио се на посматрање пчела у лету или посматрање њихове активности на разнобојним цветовима у природи. Данас је могуће постати пчелар и гајити их као кућне љубимце уз свакодневно уживање у призору које оне својом запањујућом организацијом представљају за све њене гледаоце, од најмлађих до најстаријих. Пчеле су проглашене за најважнија бића на планети и њиховим нестанком овај свет би засигурно изгледао другачије. Шестогодишњи рад објединили смо у један мултифункционални систем који смо назвали *Beeamond*.

Да ли се ваша кошница за ентеријер може користити и у градским условима, где има мање медоносног биља са којег би пчеле прикупљале нектар?

С обзиром на то да се бавимо пчеларством, наше искуство нам указује да су пчелиња друштва из градских средина годинама продуктивнија у односу на друштва која се налазе изван града. Изван градова отвара се нова „урбанизација“ – интензивна пољопривреда и монокултуре са којих пчела нема довољну количину разноврсне нектарске паше (хектари пољопривредних површина под пшеницом, кукурузом и другим монокултурама) што такође представља поленску пустињу за медоносну пчелу и друге опрашиваче. У градским срединама, још има одређених биљака које могу бити интересантне за пчеле (попут липе, багрема, дрвореда кестена, парковског биља и сл.) и које при том нису изложене пестицидима и утицају интензивне пољопривреде. Постоје и научне публикације где нису примећене разлике у квалитету меда који потиче из градских средина у поређењу са медом који је настао у руралним срединама.

Какве све моделе кошнице *Beeamond* имате на располагању и како заинтересовани могу да их набаве?

Постоје три модела, у зависности од потребе корисника. Први модел је огледни или украсни, осмишљен да омогући посматрање пчела у *Beeamond* систему. Други, производни модел, поседује колекторе за полен и прополис, као и инхалатор који омогућава инхалирање ароматичног ваздуха пореклом из пчелињег друштва. Трећи модел је професионални модел и он је најнапреднији, јер пружа потпун доживљај пчеларства уз добијање свих пчелињих производа и услуга. Поред елемената који сачињавају производни модел, професионални модел чине и додатна два елемента: колектор за мед (медиште) и сет за изоловање појединачних пчела за потребе апи-терапије (примена пчелињег отрова).

С обзиром на то да се бавимо пчеларством, наше искуство нам указује да су пчелиња друштва из градских средина годинама продуктивнија у односу на друштва која се налазе изван града. Изван градова отвара се нова „урбанизација“ – интензивна пољопривреда и монокултуре са којих пчела нема довољну количину разноврсне нектарске паше (хектари пољопривредних површина под пшеницом, кукурузом и другим монокултурама) што такође представља поленску пустињу за медоносну пчелу и друге опрашиваче.

Такође, за све који немају претходног искуства са пчелама а волели би да се баве пчеларством, вршимо одржавање *Beeamond* система (монтирање, насељавање и сл.), у претходном договору и у складу са захтевима корисника. Цена зависи од модела, као и од тога да ли корисник захтева и њено одржавање. Више информација

„У погледу *Beeamond* система, заједница која се налази у њему захтева одређену врсту пажње и неге, премда је она неупоредиво мања чак и у поређењу са недељним заливањем ваше биљке.“

може се пронаћи на нашој интернет страници www.beeamond.com.

Да ли куповином овакве кошнице свако од нас може да постане пчелар? Колико је то захтеван посао за неког ко је лаик у области узгајања пчела?

Пчеларство је захтеван посао, како за оне који су се определили за професионално бављење пчеларством тако и за оне који тек почињу. Пчелари почетници често се суочавају са многим проблемима и изазовима, те често термин „почетничка срећа“ не важи у пчеларству. У погледу *Beeamond* система, заједница која се налази у њему захтева одређену врсту пажње и неге, премда је она неупоредиво мања чак и у поређењу са недељним заливањем ваше биљке. Овај систем, са својим додацима (попут хранилице, кутије за допуну пчела и сл.), омогућава њено једноставно одржавање, али је пожељно основно пчеларско искуство. Наш савет почетницима је да би требало да имају неку врсту менторства и подршке, бар док не упознају основе пчеларства.

Стручни жири 65. међународног сајма технике и техничких достигнућа доделио је вашој компанији Велику награду „Корак у будућност“ за најуспешнији експонат. Можете ли нам рећи колико вам ово признање, освојено у заиста тешкој конкуренцији овогодишњих сајамских излагача, значи за даљи рад?

Добијена Велика награда на Сајму технике представља велики подвиг и достигнуће за нас и нашу компанију. То је, на неки начин, признање нашег дугогодишњег рада и потврда валидности представљене иновације. Наравно, оваква награда ће нам умногоме помоћи за даљи рад. С обзиром на то да је овај сајам међународног карактера, добијена награда ће представљати битну референцу у нашем даљем представљању.

Осим добијеног признања, какви су вам утисци са овогодишњег сајма технике и техничких достигнућа, где сте излагали у оквиру изложбене поставке Републике Србије под називом „Играј за човечанство! Наука за све“?

Утисци са Сајма технике су изванредни, почевши од организације до самих излагача. На Сајму су били присутни врсни стручњаци из разних области и веома смо поносни што смо имали прилике да будемо међу њима. Такође, многи штандови били су веома занимљиви, људи су били срдачни, а пружена нам је и могућност за стварање нових конекција. Такође бих као нешто позитивно истакао различитост профила посетилаца поменутог сајма.

Технолошки напредак има велики утицај на савремену пољопривреду и то свакако треба искористити. Сматрам да је велики простор за иновације у свим сферама пољопривреде, и да су заправо иновације те које покрећу свет и човечанство.

Вашу компанију *Golden Bee d.o.o.* основали сте 2014. године. Колико запослених она броји и чиме се све бави? Да ли неко субвенционише или на други начин подржава ваш рад?

Компанија *Golden Bee d.o.o.* је пчеларска компанија која је специјализована за производњу пчелињих матица, ројева и матичњака. С обзиром на то да је пчеларство сезонски посао, не постоји потреба за сталним радом већег броја људи током зимских месеци. Насупрот томе, а с обзиром на нашу годишњу производњу, потреба за људима током сезоне је велика, јер је често потребно и да по три тима независно раде на пчелињацима. У последње време гледамо да нашу тржишну оријентисаност усмеримо и ка извозу урбаних кошница.

Тренутно, подршка за наше иновације долази од стране *Startech* програма (компаније *Philip Morris*, под покровитељством *NALED*-а) и њиховог стручног тима који је препознао нашу иновативност. Учесници смо, такође, и програма *Biosense Accelerator*.

Шта бисте поручили онима који би евентуално желели да крену вашим стопама, као иноватори у области пољопривреде?

Главна препорука је стална едукација уз акценат на примењеном знању и пракси. Стицање знања и суштинско разумевање области којом се човек бави заправо је кључно за успех у смислу креирања иновација. Такође, технолошки напредак има велики утицај на савремену пољопривреду и то свакако треба искористити. Сматрам да је велики простор за иновације у свим сферама пољопривреде, и да су заправо иновације те које покрећу свет и човечанство. —Ⓔ

Истражите више о аутору на страни 55.

РЕПОРТАЖА

Природни производи као извор иновативних приступа у индустрији

„Циљ нам је да наша научна достигнућа могу да се примене у различитим областима, попут медицине, фармације, козметологије, индустрије хране или пољопривреде“

Разговарао:
Богдан Ђорђевић

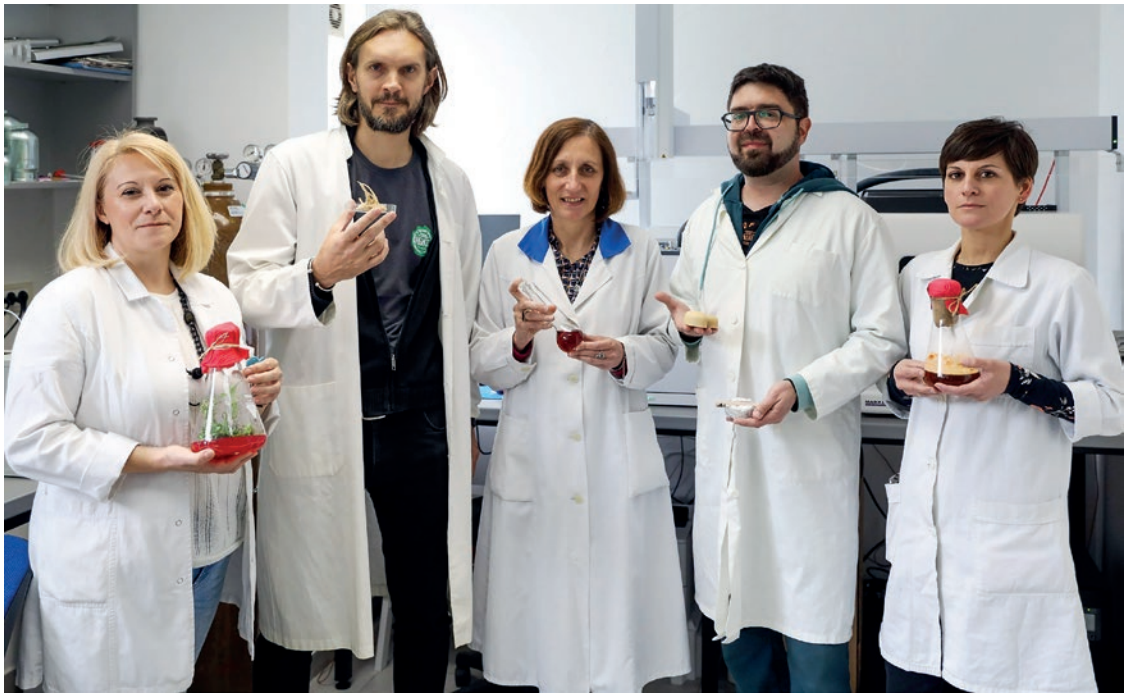
Фото:
Марко Рисовић

ИСТРАЖИВАЧИ СА ОДЕЉЕЊА ЗА ФИЗИОЛОГИЈУ БИЉАКА Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ – Института од националног значаја за Републику Србију Универзитета у Београду, др Ана Ћирић, др Јелена Савић, др Дејан Стојковић, др Снежана Милошевић, др Милица Милутиновић и др Јована Петровић, заједно са колегом са Одељења за хидроекологију и заштиту вода др Стефаном Анђусом, за овогодишњи Сајам технике припремили су поставку која се састојала од различитих природних производа као извора иновативних приступа у индустрији. Они су приказали производе који потичу од различитих врста биљака, гљива и сунђера, а били су на располагању свакоме ко је желео да сазна нешто више о целокупном процесу биотехнолошке примене ових природних материјала.

Одељење за физиологију биљака Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ (ИБИСС) поседује најсавременије опремљене лабораторије у којима је, захваљујући високој стручности истраживача и вишедеценијском искуству, могуће извести све кораке који воде до финалних функционалних производа.

„Биотехнологија, заједно са роботиком, нанотехнологијом и 3Д штампањем, представља тело четврте индустријске револуције која је почела пре седам или осам година. Ми желимо да идемо у корак са технолошким иновацијама на овом пољу и циљ нам је да наша научна достигнућа могу да се примене у различитим областима, попут медицине, фармације, козметологије, индустрије хране или пољопривреде“, речи су др Ане Ћирић, научне саветнице у Миколошкој лабораторији Одељења за физиологију биљака.

У оквиру поставке о биљкама посетиоци су могли да сазнају како изгледа целокупан процес – од семена, преко биљног материјала до поступка екстракције и финалног производа. Поставка је обухватала и приказ колекције семена, *in vitro* културе одабраних биљних врста, демонстрацију екстракције биоактивних једињења,



као и финалне производе на бази биљака – козметичке креме и сапуне за негу коже.

„Гајење биљака *in vitro* означава биотехнолошки приступ којим се биљке гаје у контролисаним условима у лабораторијама. Овакви услови подразумевају хранљиви медијум на коме те биљке расту, где у потпуности можемо да контролишемо све нутритивне компоненте које су неопходне за развој биљака: од основних нутријената, шећера, па до различитих регулатора растења који нам такође помажу да контролишемо и усмеравамо раст у правцу у ком ми то желимо и у складу с тим шта нам је циљ истраживања“, појашњава читав процес др Јелена Савић, научна саветница са Одељења за физиологију биљака, и додаје: „Методе екстракције се доста разликују, баш као и производи који се добијају. Најпопуларнија су етарска уља која добијамо различитим методама дестилације, почевши од најједноставнијих хидродестилација. Етарска уља су комплексне смеше једињења карактеристичног интензивног мириса које се као компоненте стављају у различите производе. Још неки од примера су сапуни или козметичке креме, а можемо да добијемо и различите екстракте, који се потом убацују као додаци храни, као природне боје за храну или за текстил.“

„Наш основни циљ је да, уз помоћ научних метода које користимо, формулишемо финалне производе који ће пронаћи примену у свакодневном животу. На Сајму ћемо изложити сапуне у које смо додали екстракте биљака, гљива и сунђера који могу да имају благотворно дејство на кожу. Показало се, рецимо, да сапуни са екстрактом гљиве јаблановаче веома добро делују у процесу зарастања рана. Осим тога, на пример, добили смо и сапуне са сунђерима који имају антимикробна својства“, сазнајемо од др Дејана Стојковића, вишег научног сарадника из Миколошке лабораторије Одељења за физиологију биљака. „Ако знамо да се опушци цигарета прилично споро разграђују у природи, чак 10–15 година, јасно је да се сматрају великим загађивачима. На основу наших истраживања и на основу тога што знамо да гљиве производе разне лигноцелулитичке ензиме који могу да разлажу ту целулозу која се налази у опушцима, ми смо

дошли на идеју да од пикаваца са супстратом за раст гљива и са мицелијом гљива добијемо неки употребљив облик. Тако би се пикавац рециклирао, не би загађивао животну средину, штетне материје би биле уклоњене, а притом бисмо добили неки облик који може да се искористи – као држач за кармин или лабело, као пепељара или нешто слично."

Од др Стојковића сазнали смо више и о мицелији гљиве која се гаји 30 дана да би се од ње добио материјал од кога се прави вештачка кожа. Након обраде, касније се од овог материјала може добити и накит попут наруквица, огрлица и других модних детаља. Као и код биљака, и различите врсте и методе обраде гљива могу као финални производ имати етарска уља са значајном применом у пољопривреди – за препарате за прскање, тачније за контролу штеточина.

Др Стефан Анђус је истраживач са Одељења за хидроекологију и заштиту вода и његова ужа специјалност су слатководни сунђери. Он за Елементе каже да је одлучио да се бави баш њима, између осталог и зато што су ово у научним круговима недовољно истражени организми: „Људи су углавном чули за морске сунђере, док су, са друге стране, слатководни сунђери кроз историју прошли прилично неопажено. Један од разлога је и то што су они доста прикривени организми, односно нису баш јасно видљиви у токовима и језерима. Чак су их врло дуго сматрали биљкама", започео је причу о слатководним сунђерима др Анђус. „А онда, када се сазнало да су то заправо животиње које се хране филтраторно, филтрацијом воде, откривена су и њихова бројна позитивна својства. Када је реч о њиховој употреби у биотехнологијама, имају потенцијалну примену као биофилтратори, а поред тога се испоставило да синтетишу и разна корисна једињења са антиинфламаторним, антинеопластичним и антифунгалним дејством. Они на први поглед личе један на други када их пронађете у природи. Међутим, једини начин да разликујемо врсте слатководних сунђера јесте на основу њиховог микроскелета, који се састоји из силицијум-диоксида, практично од ситних стакластих игала. Испоставило се да је ово материјал који потенцијално може да се користи у медицини, а употребљава се и као козметички производ или као абразивно средство."

Поред готових производа, на Сајму технике и техничких достигнућа, који се одржао средином маја на Београдском сајму, посетиоци су могли да виде и занимљиве снимке са 3Д приказом, где је јасно приказан однос између пора, шупљина, неорганског и органског материјала и веза између свих ових саставних делова организама.
—Ⓔ

Истражите више о аутору на страни 38.

ИНТЕРВЈУ

Полин Гањон,
физичарка
и научна комуникаторка

Уживам да причам о науци

„Скоро ми је пријатељ, астроном, рекао како цео живот користи један каталог у свом раду, али да је тек недавно схватио да га је написала жена“

РАЗГОВАРАЛА:
Ивана Николић

ФОТО:
Марко Рисовић

ПОЛИН ГАЊОН ЈЕ КАНАДСКА ФИЗИЧАРКА и научна комуникаторка, која је готово две деценије провела радећи у Европској организацији за нуклеарно истраживање (ЦЕРН). Од 2013. до данас одржала је више од 60 научнопопуларних предавања у седам земаља, а објашњавање физике честица на једноставан и свима разумљив начин постао је њен заштитни знак. Приликом недавне посете Београду и Србији одржала је предавање у Научном клубу Центра за промоцију науке. Пре предавања, издвојила је време да за Елементе говори о својим почецима у Квебеку, деценијама у ЦЕРН-у, дискриминацији с којом се жене и мањинске групе суочавају у науци као и о великим женама, које су, нажалост, пале у заборав – попут Милеве Марић Ајнштајн.

Почели сте као професорка физике на једном колеџу у Канади, а потом 19 година провели у ЦЕРН-у. Чиме сте се све бавили током своје богате каријере?

Полин Гањон: Почела сам да предајем након завршених основних студија, јер ме тада нико није охрабривао да наставим даље, упишем мастер па докторске студије. За Франкоканађане је то била нормална ствар. Тада је заиста веома мало људи имало титулу доктора наука. А престала сам да предајем у Канади када сам упознала своју прву девојку, која је била из Сан Франциска. Нисам оклевала, решила сам да се преселим тамо.

Дакле, одселила сам се у Сан Франциско, где и није било толико необично да се људи након неког времена врате у школу. Тамо су ми сви говорили да се види колико волим физику и да би и ја требало да урадим исто. Помислила сам – ја? Иначе сам у Америку отишла илегално и зарађивала сам за живот објављујући текстове из популарне науке за један магазин у Квебеку. Онда сам ипак решила да наставим образовање, урадила сам мастер у Сан Франциску, а потом и докторат у Санта Крузу. И тада је све некако кренуло својим током, као кад уђете у воз и он крене. Добила сам посао у Канади, у Отави, и они су ме први послали у ЦЕРН, и то на годину дана, а ја сам остала 19, све до пензије. Радила сам у ЦЕРН-у најпре преко канадског, а онда и преко америчког института.

Током рада у ЦЕРН-у бавили сте се и научном комуникацијом, тачније писали сте блогове и комуницирали разна открића широј публици, радили интервјуе са колегама. Како је дошло до тога?

Физичари не умеју да објасне људима шта је то што они раде и чиме се баве, ужасно су лоши у томе. ЦЕРН је у једном тренутку очекивао откриће Хигсовог бозона, и онда су, како би нас научили да правилно комуницирамо са широм јавношћу, довели два новинара са Би-Би-Сија. Они су нас учили шта треба, а шта не треба да се ради и у једном тренутку су тражили волонтера да уради пробни интервју. Ја сам се једина пријавила, подигла сам одмах руку. Човек који је био задужен за комуникације у ЦЕРН-у је био одушевљен, као и новинари Би-Би-Сија. Одмах сам почела да се бавим комуникацијама и то је заиста било лепо. Мој посао је био да идем около, по лабораторијама, да видим ко шта ради и да о томе пишем, и мени је то било веома занимљиво.

Ви сте заправо постали научна новинарка?

Тако је, бавила сам се тиме три године. Често сам читала радове које смо објављивали, а затим интервјуисала ауторе, постављала им питања све док ми читав процес не би био потпуно јасан. Требало ми је мало више да схватим све, али увек сам се трудила да представим само суштину, оно што је заиста фасцинантно, а не детаље. Видите, ја сам заиста страствена када је наука у питању. Након три године одлучила сам да се преселим у Немачку, одатле је моја жена, нисам желела да се враћам у лабораторију у ЦЕРН-у. Е, онда је требало да пронађем нешто чиме ћу се бавити, и решила сам да напишем књигу. И учинила сам то, написала сам књигу о популарној науци. У ЦЕРН-у сам увек писала о свему и свачему, али сада сам хтела да испричам читаву причу [о Хигсовом бозону, физици елементарних честица и ЦЕРН-у] од почетка до краја.

Да ли мислите да сте успели то да урадите са књигом *Who cares about particle physics: Making sense of the Higgs boson, the Large Hadron Collider and CERN*?

Мислим да је она приступачна свим људима који воле науку, и онима који немају неко високо образовање или се не баве стварима о којима ја пишем. Рецимо, имам пријатеља сликара коме се књига веома допала. Разумео ју је иако нема баш никакво научно образовање. Чак ју је купио и своме сину. Иначе, док сам радила на књизи, мислила сам о једној својој пријатељици која нема неко високо формално образовање и питала сам се – у реду, како би требало да пишем ако желим да ме она разуме. Дакле, трудила сам се да се обраћам некоме ко се не бави науком, ко није студирао оне дисциплине које обрађујем. Ја тако приступам писању. И заиста, књига јесте за оне који истински и искрено воле науку, само је они могу у потпуности схватити.

Написали сте књигу, данас држите предавања свуда по свету иако сте у пензији. Да ли уопште сматрате себе пензионерком имајући у виду да нисте никада престали да радите?

Званично сам у пензији, примам пензију, и све ове ствари које радим, радим без финансијске накнаде. Заиста уживам у томе да причам о науци, а тај „посао“ ми омогућава да путујем и упознајем људе. Веома сам срећна када видим оне који уживају у мојим предавањима, и стварно се трудим да их учиним занимљивим. Осим тога, доста се бавим животом и радом Милеве Марић Ајнштајн, што је за мене од посебног значаја.

Како сте се заинтересовали за Милеву Марић Ајнштајн? Има толико научница – зашто баш Милева?

Као и сви који се баве физиком, и ја сам одрасла слушајући о великом човеку, генију, који је радио као технички испитивач у Швајцарском бироу за патенте у Берну и који је направио револуцију у физици. Мислила сам да је то невероватно, а потом сам схватила да је све највећа лаж која постоји у физици. Жене су овде одувек биле игнорисане. Ја сам схватила да Ајнштајн не би постигао ништа од онога што је постигао да није било Милеве, и то не само зато што су они били много више од један плус један, већ и због тога што су се међусобно подстицали на продуктивност и креативност. Сам никад не би успео јер је био арогантан и неорганизован, није био у стању да пронађе посао ни две године након што је завршио студије. Ајнштајн је био пропали академик у то време и успео је зато што је Милева пристала да потписује своје чланке са њим. На Милеву сам први пут налетела некад током 1990. док сам била у Санта Крузу, у једном феминистичком часопису прочитала сам малу колумну о њој. Милева Марић, ко је то, помислила сам. Распитивала сам се, али нико није знао ништа. Треба да напоменем да у то време није било интернета, а када је интернет стигао, мени, ето, није пало на памет да погледам има ли чега о њој. Онда се 2003. појавио документарац аустралијске продукције под именом *Ајнштајнове жене*, пуштао се у Америци и пријатељи су ми га снимили, донели касету, али ни тамо није било много информација. Онда сам отишла у ЦЕРН, где је био 13.000 физичара из преко 112 земаља света,

али сам тек 2010. године напокон успела да сазнам нешто више. Упознала сам младу жену из Београда, Јудиту Мамужић. Једне ноћи смо заједно радиле, ја сам била предводила тим и пошла сам по просторији да се упознам са свима. Када ми је рекла да је из Србије, одмах сам је питала да ли зна ко је била Милева Марић. Рекла је: „Наравно, она је национална хероина у Србији." То ме је тако погодило – како је могуће да неко буде национални херој и истовремено потпуно непознат у остатку света. Сутрадан смо заједно отишле до библиотеке у ЦЕРН-у, то је огромна библиотека, претражиле је и пронашле неколико књига о Милеви. Била је ту и биографија из 1969, и српско и француско издање. Француско издање се појавило 1993. године, дакле након што сам сазнала за њу.

Тренутно пишете сценарио за филм о Милеви Марић Ајнштајн. Да ли можете да нам кажете нешто више о томе?

Филм прича не само о животу Милеве Марић Ајнштајн, већ и о животима многих других жена које су се бавиле астрономијом и физиком. Фокусирали смо се на те две дисциплине. Док смо истраживали, схватили смо да је било толико много жена које су у познијим годинама постале веома познате – али су данас потпуно заборављене. Скоро ми је пријатељ, астроном, рекао како цео живот користи један каталог у свом раду, али да је тек недавно схватио да га је написала жена. Слично је у физици: сви смо чули за фисију, али рецимо ја дуго нисам знала да ју је открила Лиса Мајтнер. Исто тако, Нобелову награду за физику су до сада добиле само две жене: Марија Кири и Марија Геперт Мајер. Ја сам чак и проучавала неке од њених модела, али ми нико није рекао да их је она изумела. Слично томе, нико нам никада није рекао да је чувену математичку теорему коју користимо у физици, Нетерину теорему, написала Еми Нетер, немачка математичарка. Нико нам никада није рекао да су ови људи заправо биле жене, од којих су неке за живота биле цењене. А онда су пале у заборав.

Зашто мислите да је то случај?

Ваљало би размислити о томе. Мислим да је због тога што се жели одржати идеја да је наука за мушкарце, као што су и политика, уметност, музика, новинарство, док је брига о болеснима, старијима и деци оно што искључиво жене треба да раде.

Дуго сте у науци, да ли бисте рекли да се нешто променило када је реч о начину на који се третирају научнице, или је исто као и у време када сте почињали?

Сада постоји већа свест о дискриминацији на основу пола, рода, расе, сексуалне оријентације. И сама сам била дискриминисана, такође знам и да су се моје колегинице суочавале са сексизмом на послу. Али знам и да су моји проблеми били ипак већи од њихових. Тек неких пет-шест година након што сам напустила ЦЕРН дошла сам до извештаја који детаљно говори о ситуацији у којој се налазе физичари ЛГБТ+ оријентације у САД. Тек када сам га прочитала, схватила сам да се све то и мени дешавало и нисам могла да престанем да плачем. Док сам била у Америци, моја сексуална оријентација никога није занимала. Чак сам и докторат бранила у мајици на којој је писало *I cannot even think straight*. У ЦЕРН-у, али и у Француској и Швајцарској, било је много другачије. И у време када сам дошла тамо те земље су биле барем тридесет година иза Канаде и Америке када су у питању проблеми са којима се суочавају жене. У ЦЕРН-у сам за све године упознала тек једну особу у тиму, од чак 400 физичара, која је била геј али која је то крила од осталих. Једноставно нико није желео да се „аутује". Ствари су почеле да се мењају око 2010, када је много нових, младих људи дошло у ЦЕРН, махом из Америке.

Шта бисте поручили девојчицама које би волеле да се у будућности баве науком?

Свакој младој особи бих рекла да се, уколико воли науку, обавезно и бави њоме. Уколико та особе припада групи која је кроз историју маргинализована или искључивана из остатка друштва, рекла бих да не оклева и да само иде напред. Са мном и са људима сличним мени је све у реду, проблем настаје онда када људи имају предрасуде, погрешна схватања и када су пристрасни. Живимо у хомофобичном, сексистичком и расистичком друштву, а управо то је нешто против чега се сви морамо борити. —Ⓔ

Истражите више о ауторки на страни 79.

Врхунски стручњаци на *ERC* конференцији у САНУ

У Београду је недавно организован међународни скуп посвећен проучавању особина кварк-глуонске плазме, новог стања материје које настаје на екстремним густинама енергије. Конференција, одржана у Српској академији наука и уметности, од 29. до 31. маја, окупила је око 50 водећих експерата из 15 земаља света

текст:
Ивана Николић

фото:
Марко Рисовић

СКУП ПОД НАЗИВОМ *Exploring Quark-Gluon Plasma through Soft and Hard Probes* организовали су Институт за физику, Одељење за математику, физику и геонауке у САНУ и Универзитет у Вроцлаву. Тема конференције била је проучавање особина кварк-глуонске плазме (*KGP*), новог стања материје које настаје на екстремним густинама енергије, у којем кваркови и глуони постају слободни. Верује се да је ово стање материје постојало одмах након Великог праска, а данас се креира у релативистичким сударима тешких јона у *RHIC* и *LHC* експериментима. *KGP* је откривена у овим експериментима, а тренутни изазов, којем је била посвећена радионица, јесте проучавање њених особина.

Овај скуп се великим делом финансира из престижног европског програма финансирања – *ERC* (*European Research Council*), конкретно пројекта *QGP Tomography*, који је уједно и први *ERC* пројекат из природних наука у Србији. Овим пројектом руководи др Магдалена Ђорђевић са београдског Института за физику. У питању је *ERC Consolidator Grant* у износу од око милион и триста хиљада евра, који је др Ђорђевић добила 2016. године.

Овај пројекат траје до августа, те је београдска конференција била једна од последњих активности. Захваљујући европском гранту, др Ђорђевић је основала групу од девет истраживача: четири старија, три са постдока и два докторанда.

„Пројекат се завршава за три месеца, и у оквиру њега смо успешно остварили све циљеве, вероватно и више од тога. Самим тим, мислим да дајемо пример да уз велики труд и рад овако престижни пројекти могу успешно да се реализују у Србији“, др Ђорђевић објашњава у разговору за Центар за промоцију науке.

Према њеним речима, главни циљеви пројекта су управо испитивање особина кварк-глуонске плазме. С обзиром на то да се сматра да је ово стање материје постојало одмах након Великог праска, проучавање *KGP*-а, између осталог, омогућава и да се научи нешто ново о самим почецима универзума, како каже др Ђорђевић.

„Откривено је да у *RHIC* и *LHC* експериментима настаје *KGP*, која се састоји од слободних

кваркова и глуона који међусобно интерагују веома јаким силама. Тренутни изазов је проучавање особина овог екстремног стања материје, које већ показује нека изненађујућа својства, као нпр. стање идеалног флуида на екстремно високим температурама. Проучавање особина *KGP-а* је и основна тема нашег *ERC* пројекта, при чему пројекат комбинује две претходно раздвојене области истраживања, конкретно релативистичке хидродинамичке симулације *KGP* експанзије, са томографијом, односно губицима енергије високоенергетских честица у овој материји“, додаје др Ђорђевић.

За време трајања пројекта развијени су напредни теоријски и нумерички алати који омогућавају ефикасно испитивање особина *KGP*-а овим приступом, и они су већ слободно доступни широкој научној заједници. Др Ђорђевић каже да су управо помоћу ових алата испитали низ важних особина *KGP-а* као што су време термализације, средња анизотропија, зависност вискозности од температуре, итд.

„Поред научних резултата, у оквиру пројекта су урађене три докторске дисертације (сва три докторанда су из Србије), а један врхунски старији истраживач из Србије је уведен у нову област истраживања. Од три страна истраживача запослена на пројекту, један је недавно добио позицију као руководилац истраживачког центра у Пољској, а два постдока на пројекту су добили нове престижне постдок позиције у Европи. Зато смо веома задовољни како је пројекат прошао, што мислимо и да показује да квалитетно истраживање може да се уради у Србији. Наравно, уз одговарајућу финансијску подршку и велику пожртвованост, труд и рад“, каже др Ђорђевић.

Међу гостима на београдској конференцији била су и нека од великих имена светске науке, попут Џона Хариса са Јејла, Вилијама Зајца са Универзитета Колумбија, Клауса Вернера из лабораторије *SUBATECH*, Елене Братковскаје из *GSI Helmholc* центра за истраживање тешких јона итд.

Управо из тог разлога гости су наглашавали висок научни ниво скупа, а према речима др Ђорђевић, посебно им се свидела научна атмосфера у САНУ, као и гостољубивост и жива атмосфера у Београду.

„Поред велике захвалности Европској комисији, Универзитету у Вроцлаву и НИТРА на финансијској подршци конференцији, посебно желим да се захвалим члановима нашег *ERC* пројекта, као и САНУ на великом раду и несебичној подршци у организацији – ово је и учинило догађај успешним“, закључује др Ђорђевић. —Ⓔ

Ауторка је дипломирала новинарство на Факултету политичких наука у Београду, где тренутно похађа и Регионални мастер програм студија мира. Као стипендиста Еразмус Мундус програма Европске комисије, део студија провела је на Универзитету Гронинген у Холандији. Новинарством се професионално бави од 2014. године.

Зелена: боја науке?

Уколико би се пошло од једноставне асоцијације која се тиче боја: наука — природа — биологија — екологија, не би било нимало тешко да се погоди да је решење: зелена. Међутим, прича о зеленој боји је мало компликованија. Са становишта науке, прецизније физике, својства зелене боје се дефинишу кроз две теорије, док је са становишта историје културе и уметности она у различитим периодима представљала једну боју са двојаким значењем, а њену амбивалентност пратила је и одређена симболика

ТЕКСТ:
Ана Самарџић

ОСНОВНА ИЗВЕДЕНА БОЈА

ПРВА СТВАР КОЈА СЕ НАУЧИ у основној школи када су у питању ликовна култура и теорија боја је то да су основне боје: црвена, плава и жута. Њихова примарна улога одређена је тиме што се из њих изводе друге боје, што зелену сврстава међу изведене боје, добијену мешавином плаве и жуте. Међутим, ако је реч о физици и светлости, а не о сликарству, основне боје су црвена, плава и зелена. Светлост до наших очију допире или директно од извора или се рефлектује са неког објекта, што проузрокује два начина, односно система мешања боја, на основу чега су изведене две теорије боја: адитивни (у коме се зелена сматра основном бојом) и суптрактивни систем (у коме је зелена изведена боја).

Ако се пође од онога што се научи чим се узму темпере или водене боје у руке — од жуте и црвене боје добија се наранџаста, од црвене и плаве љубичаста, а од жуте и плаве — зелена, закључак је да су жута, плава и црвена основне боје од којих се добијају остале. Овај начин дефинисања боја спада у суптрактивни систем, који се односи на хемијска својства боја када су оне заступљене на одређеним материјалима, попут папира или платна. Према њему се боје мешају на тај начин да долази до мање количине или до одузимања светлости, односно приликом њиховог мешања — мање се рефлектује светлост. Када се ове основне боје помешају (рецимо на сликарском платну) оне производе тамније боје у односу на дате, управо због апсорбовања светлости. Међутим, према другој теорији о адитивним бојама, зелена боја је, уз црвену и плаву, основна боја.

Зелену је као једну од три основне адитивне боје најпре дефинисао Исак Њутн у 17. веку. Почевши од својих експеримената преламања светлости уз помоћ стаклене призме, он је закључио да се одређени преломљени зраци сунчеве светлости (који се међусобно веома разликују) не

могу променити даљом рефракцијом, осим мешањем једног с другим. Он је на тај начин уочио седам основних боја: црвену, наранџасту, жуту, зелену, плаву, љубичасту и индиго (оно што се данас назива дугиним бојама). Међутим, међу њима су црвена, зелена и плава примарне боје јер оне, за разлику од суптрактивног система који подразумева одузимање светлости, производе више светлости када се међусобно измешају. Визуелно, овај адитивни систем боја може се представити графиконом који чине црвени, плави и зелени круг, док њихови пресеци представљају светлије нијансе, али потпуно других боја, све док се у њиховом централном пресеку не појави бела. Дакле, при сваком мешању, додаје се светлост (отуда и назив адитивне боје) тако да пресеком између плавог и зеленог круга долази до тиркизне боје (нијанса позната као *цијан* или *аква*), пресеком између плавог и црвеног круга до пурпурне или циклама боје (*маґента*), а пресеком између црвеног и зеленог круга, ствара се (веровали или не) жута боја. У пресеку свих кругова (односно нијанси) долази до чисто беле светлости. Општој конфузији допринели су и називи за одређене нијансе боја у различитим језицима, али када се ове теорије имају у виду, звучи потпуно логично да је зелена не само једна од кључних изведених боја, већ истовремено и основна боја. Она је свуда око нас и у нераскидивој је вези са природом.

БОЈА КОЈА ПРИЈА ОКУ

Један од основних савета сваког офталмолога је да када претерате са оптерећењем вида направите паузу од рада на сваких 20 минута и по могућству одете у природу и гледате у зеленило, као и да појачате исхрану намирницама зелене и жуте (или наранџасте) боје. Оптички посматрано, зелена боја је најпријатнија за очи због своје спектралне таласне дужине. Због велике заступљености у природи и умирујућег дејства, ова боја је временом постала симбол живота, планете Земље, здравља, свежине, младости, плодности, пролећа, раста, мира, сигурности, наде, хармоније, равнотеже. То су нека од значења са којима је данас повезујемо. Међутим, кроз историју, њена симболика се разликовала од периода до периода. За припаднике исламске вероисповести, зелена боја је боја раја, што објашњава и бројна дела која су настала као прикази рајског врта у оквиру ове религиозне уметности или, за њу карактеристичне, арабеске које као декоративни елементи понављају најразличитије геометријске форме, најчешће у облику повијених витица биљака. Савремена тумачења зелене боје доводе и до њене политичке конотације. Зелене партије подразумевају оне политичке странке које се залажу за *зелену политику* или екополитику, а чије идеологије имају за циљ еколошки свесно и одрживо друштво. Различиту, како позитивну тако и негативну симболику зелене боје кроз историју описао је аутор Мишел Пастуро у свој књизи *Зелена: историја једне боје*, иначе познат по серији књига на тему боја.

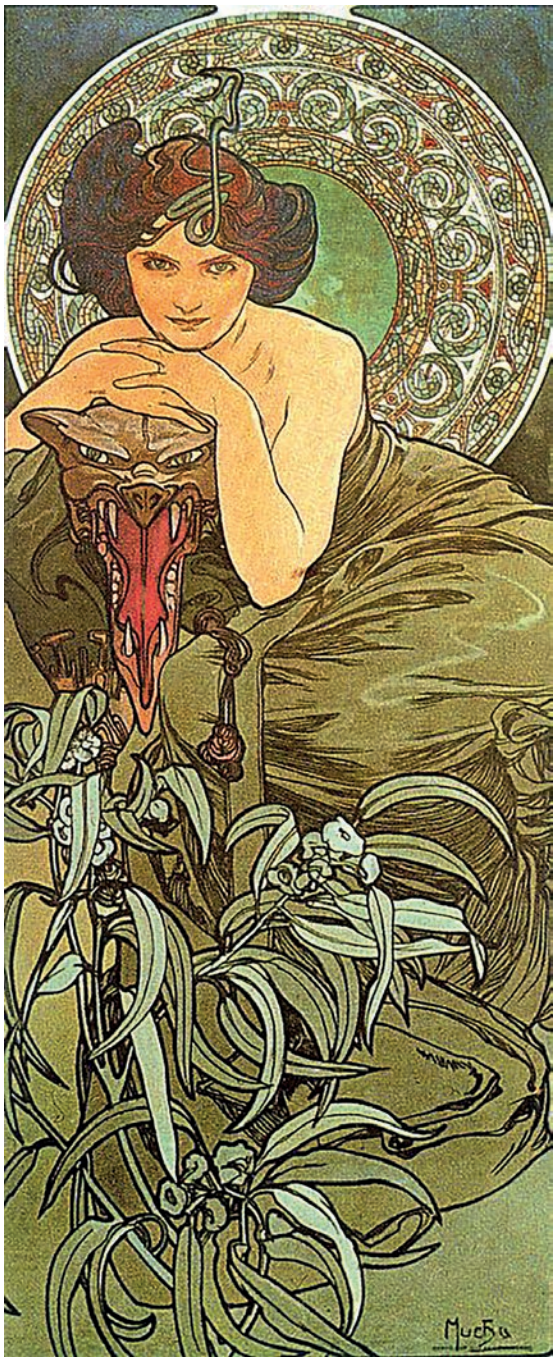
ХЛОРОФИЛ И ФИЛОЗОФИЈА

Иако је зелена боја била у употреби од давнина, на њену природну улогу у уметности подсетили су уметници романтизма крајем 18. и почетком 19. века. Стварајући под окриљем филозофије повратка природи на коју је првенствено указао Жан-Жак Русо, истичући да је савремена култура негација природе, као и да се у њој изгубило јединство људског рода и природе, уметници романтизма су били очарани природом. За разлику од потоњих пејзажа у уметности реализма, којима се инсистирало на веродостојности и натурализму и на којима је употреба зелене боје била сасвим очигледна, романтичарски предели су углавном истовремено били и простори за контемплацију у природи, ментални пејзажи у којима су се преплитали разум и осећајност, што је било у складу са начелима епохе. Бројне нијансе зелене стапале су се са плавичастим сенкама, тако да су се на сликама губиле јасне границе хоризонта. У тим магличастим међупросторима на романтичарским платнима, између неба и земље, осећале су се и духовност, мисаоност, љубав и поштовање према природи коју су ови уметници доживљавали као једну од најузвишенијих вредности.

Каспар Давид Фридрих, *Дивовске планине*, 1830–1835, уље на платну, Стара национална галерија, Берлин. Извор: Викимедијина остава, јавно власништво

ЗЕЛЕНИ ПРОЦВАТ АРТ НУВОА

Још једном су пред крај 19. века уметници пронашли инспирацију у природи. Током наредних неколико деценија, у време када се рађала модерна уметност, настао је и стил окарактерисан као *нова уметност* (*арт нуво*) познат на различитим географским подручјима као сецесија, југендштил, модернизам, либерти или модерни стил. Ове модерне уметничке тенденције одликовале су се стилизованим биљним мотивима, претежно флоралним, као и преплетима врежа, који су у зависности од фазе и подручја варирали од китњастих и декоративних до изразито геометризованих. Издужене стабљике цветова, лишће, трске или локвањи само су неки од мотива на сликама, фасадама грађевина и делима примењене уметности овог периода. Мустре и шаблони за декорацију ентеријера, тапета, дрвета и текстила за намештај, корица и илустрација књига, па и накита, били су такође носиоци оваквих мотива. Зелена боја, претежно светлих и пастелних тонова, доминирала је естетиком арт нувоа као јасно обележје надахнућа природом.



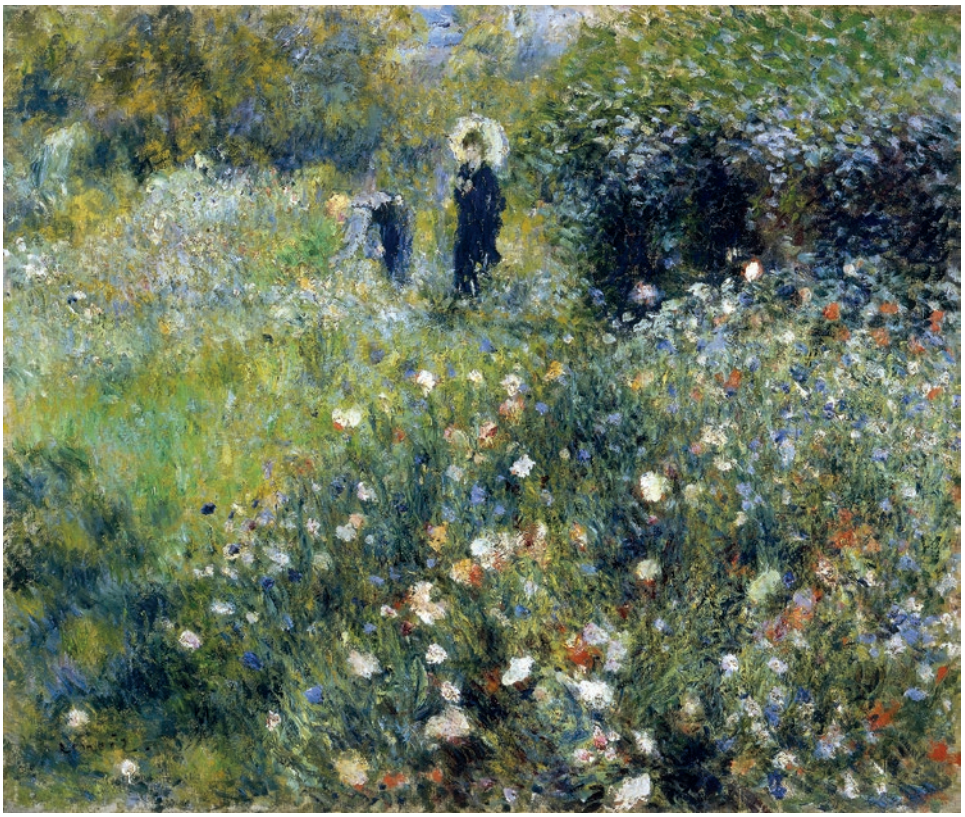
Алфонс Муха, *Смарагд* (из серије *Драго камење*), 1900, литографија у боји Извор: Вики арт, јавно власништво

ПЕДЕСЕТ НИЈАНСИ ЗЕЛЕНЕ ИЗМЕЂУ ПРВЕ ИМПРЕСИЈЕ И ПОСЛЕДЊЕГ ПИЋА У КАФАНИ

Отприлике у исто време, током последњих деценија 19. века, низали су се модерни правци који су сада на другачији начин посматрали природу. Концепт „плаво небо, зелена трава“, с којим се као деца упознајемо чим узмемо бојице у руке, нарушили су импресионисти крајем 19. века и то управо захваљујући њиховом испитивању теорије боја. Импресионизам је ослободио боју од њене описне улоге, а кратким и брзим наносима боје на платно уметници су покушавали да оживе осликану природу користећи знатно већи спектар боја, с циљем да на сликама забележе променљиву игру светлости, док су стварали на отвореном, ван својих атељеа. У томе је одређена зелена боја имала значајну улогу и због велике присутности у импресионизму, добила је надимак *париска зелена*. Но, с обзиром на њену „двојакост”, зелена је у првим модерним уметничким правцима добила и једно посебно, али озлоглашено место. Истовремено, надахнути природом, уметници импресионизма су били фасцинирани и урбаним, градским животом и свим његовим пороцима. Један од њих је био управо зелене боје и постао је симбол париског боемског живота на прелазу векова.

ОПАСНИ ЗЕЛЕНИ НАПИТАК

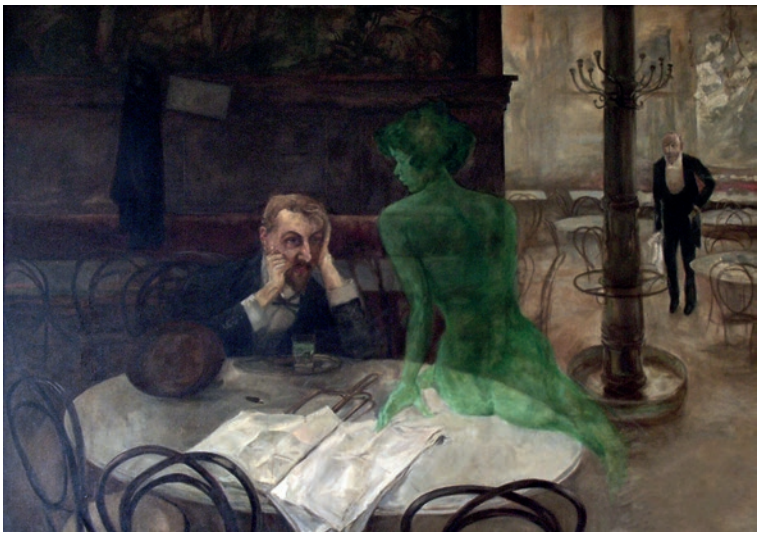
Бројне слике импресионизма су биле посвећене испијачима апсинта, од којих су најпознатије вероватно оне Едгара Дегаа, Едуара Манеа и Пабла Пикаса. Апсинт је алкохолно пиће, често погрешно називан ликером, док је заправо реч о шпиритусу, направљеном од аниса, пелена и шећера. Садржи велики проценат алкохола (преко 70%) и углавном је специфично зелене боје, а сматра се да га је најпре произвео доктор Пјер Ординер крајем 18. века као лек против дизентерије и маларије, назвавши га *Artemisia Absinthium*. Првобитно лек, ово пиће је најпре стекло популарност међу француским војницима који



Пјер Огист Реноар, *Жена са сунцобраном у башти*, 1875, уље на платну, Национални музеј Тисен-Борнемиса, Мадрид. Извор: Вики дата, јавно власништво

Клод Моне, *Јапански мост и језерце са локвањима*, 1899, уље на платну, Музеј Орсе, Париз. Извор: Викимедијина остава, јавно власништво

Анри Прива-Ливмон, *Апсинт Робет,* 1896, литографија
Извор: Викимедијина остава, јавно власништво



Виктор Олива, *Испијач апсинта*, 1901, Праг
Извор: Викимедијина остава, јавно власништво

су му додали анис ради побољшања укуса, а у периоду од 1880. до 1914. године и међу свим другим слојевима француског друштва, посебно међу уметницима, од којих су неки постали и озбиљни зависници. Због својих специфичних својстава (првенствено необичне боје), сматрало се да је код људи зависних од апсинта, осим уобичајених последица изазваних алкохолом, ово пиће изазивало и халуцинације и посебна стања фантазије. Отуда је и добио надимак *Зелена вила* (*La Fée Verte*). То је занимљиво из неколико симболичних разлога. Вила је као натприродно биће у уметности 19. века на појединим подручјима (што је посебно случај са нашим поднебљем), добијала улогу музе, односно уметникове инспирације. Осим виле, то су могла да буду и нека друга митолошка бића попут нимфи или било каквих других женских персонификација које се као привиђење и надахнуће јављају уметнику, а које су се често приказивале тик уз уметника у тренутку док он ствара, често попут неких фантастичних утвара. И сама реч шпиритус указује на етимолошко порекло латинске речи *spiritus,* у значењу *дух* или *дах*. Ова „зелена вила“ проузроковала је у тим тренуцима потпуно искривљену слику стварности, коју су уметници почели да преносе и на своја платна.

СМРТОНОСНО ЗЕЛЕНА

Специфична жутозелена нијанса, готово флуоресцентна зелена, убрзо је постала синоним за отров. Међутим, то није било само због апсинта. Готово у исто време када је откривено ово пиће, шведско-немачки фармацеут и хемичар Карл Вилхелм Шеле осмислио је нови начин стварања зеленог пигмента помоћу арсенске киселине коју је открио. Тај пигмент садржао је арсеник, чије су одређене соли веома отровне. Иако се за арсен знало још у античко доба, проблем са зеленом бојом је био у томе што, иако је кроз историју увек могла да се добије из одређеног пигмента, на лакши или тежи начин, није била постојана боја и њена свежина није дуго трајала. Стога је *Шелеова зелена*, како су је звали, као и поменута *париска зелена*, почела масовно да се користи у уметности, уређењу ентеријера, бојењу различитих тканина и одеће, па и при производњи играчака, што је због арсеника који су садржале, готово читав век доводило до болести људи, док обе нису постале забрањене. Поједини сматрају да је париска зелена проузроковала болести код уметника Пола Сезана и Клода Монеа, док су уз смрт Наполеона Бонапарте појављују различите контроверзе, од којих су многе у вези са употребом арсеника, како као лека тако и као отрова, а једна од њих је и та да су управо тапете у његовој соби у нијанси Шелеове зелене биле одговорне за његово тровање које је потом проузроковало и смрт.

Пашко Вучетић, *Мржња и лудило,* 1898, уље на платну
Извор: Викимедијина остава, јавно власништво

АРСЕНИК И СТАРЕ ЧИПКЕ

Није реч о истоименој драми, али редови који следе говоре такође о драматичним догађајима у 19. веку, па и о (данас можда незамисливој) смрти. Зелени пигмент из арсеника масовно је ушао у употребу у модној индустрији 19. века. Викторијанска мода је обожавала смарагднозелене хаљине које су морале да садрже одређену количину токсичног арсеника, иако поједини истраживачи сматрају да су већ тада експерти те индустрије могли да установе која количина је отровна, а која дозвољена, али да власници фабрика у којима су се оне производиле нису бринули о томе због профита. Убрзо су се виделе последице ношења ових зелених хаљина — боја у тканини изазивала је ране и мале чиреве на кожи, док је знојење повећавало ослобађање арсеника, што је доводило до његовог продора у крвоток, а што је даље могло да проузрокује опадање косе, повраћање крви и престанак рада бубрега и јетре. Убрзо су се огласили и медицински часописи који су обавештавали да даме које практикују ову зелену моду *у својим сукњама носе довољно отрова да побију све обожаваоце са којима се могу срести у пола туцета плесних дворана*. Док су даме које су носиле ове зелене хаљине имале избора, раднице у фабрикама које су производиле овакву тканину и одећу углавном нису имале ту опцију и прве су уочиле последице ове отровне супстанце. Познат је случај једне раднице која је производила зелене цветове за раскошне хаљине и преминула је услед константног тровања арсеником. Упркос томе, ова нијанса је наставила да се користи, те је ограничена употреба арсеника постала регулисана и законом. Сатирични часописи овог периода су почели да обрађују ову тему у виду макабристичких сцена, од којих је најпознатија *Арсенски валцер*, у коме пар скелета плеше у одећи направљеној од текстила са арсеником. Крајем 19. века коначно су пронађени нови пигменти за зелену боју и постепено је арсеник у овом облику престао да се користи. Међутим, многи музеји и данас чувају зелене викторијанске хаљине, али их редовно и опрезно тестирају на садржај арсеника и, иако показују негативне резултате, и даље сијају пуним зеленим сјајем.

ПОЗЕЛЕНЕТИ ОД МУКЕ

Зелена је тако временом почела да добија негативну конотацију, што се одразило и на њену примену у визуелним представама. Поред отрова, могла је да симболише болест, мучнину, завист, неслогу, раздор, мржњу или љубомору (у енглеском језику постоји израз *green with envy* у значењу *зелен од зависти*, односно *позеленети од муке*). Уметност симболизма у 19. веку је често наглашавала зелену боју у сценама ужаса, приказима чудовишта или појединих изопачености друштва. Негативна конотација зелене боје је наставила да се употребљава и у савременој популарној култури (сетимо се како изгледа било који отров из цртаног филма, лица Вештице из Оза, Франкенштајнове коже, злочестих ванземаљаца или Хулка, који постаје зелен услед изложености радијацији) док је у свакодневном животу због боје одређених новчаница (првенствено америчких долара) почела да симболише и похлепу.

*

Учитавања и асоцијације на зелену боју су, по свему судећи, без краја. Са становишта историје и етимологије, зелена је од самог почетка била довођена у везу са природом (у староенглеском језику, реч која означава зелену боју — *green*, дели порекло са речима *grass* и *grow,* у значењу *трава и раст*). У појединим античким цивилизацијама, речи за дрвеће и за море, односно за зелену и плаву боју, биле су исте, све док зелена није пронашла своје место у спектру боја и касније постала званична боја 19. века. У савременој уметности, музици, књижевности и популарној култури, зелена боја се континуирано користи као епитет, а честа је и у насловима бројних дела. *Зелена* је прошла *миље* од смарагда, жада, патине на споменицима, *траве дома мог*, бројних топонима, јабука, *очију*, *чоје*, преко Ирске, Св. Патрика, арабески у џамијама, све до чувене реченице из сваког дечјег састава о пролећу — *Дрвеће је поново обукло своје зелене хаљине* (надајмо се само да у њима нема арсеника). —Ⓔ

Ана Самарџић је мастер историје уметности и кустос. Пише научне и научно-популарне радове из области историје уметности и визуелне културе. Члан-сарадник је Одељења за ликовне уметности Матице српске, члан УЛУПУДС-а, као и члан редакције и аутор онлајн часописа КУШ!

Надахнуће историјом

Некадашњи догађаји, људи, па чак и читаве историјске епохе, инспирација су уметницима у стварању врсних остварења девете уметности. Ово су нека од њих

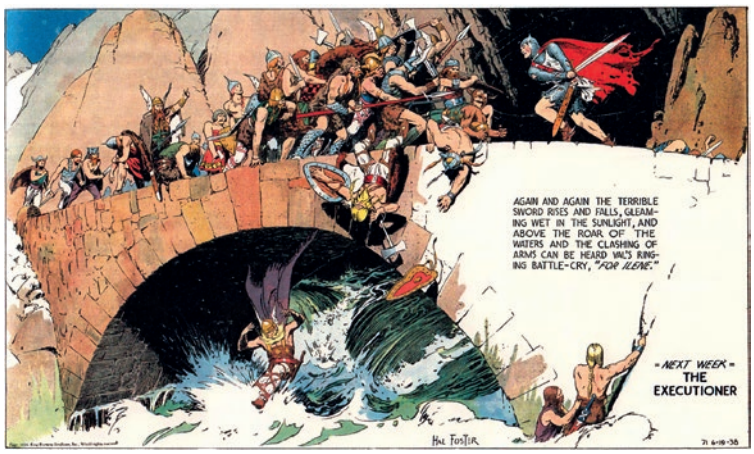
ТЕКСТ:
Никола Драгомировић

ИСТОРИЈА ЈЕ УЧИТЕЉИЦА ЖИВОТА. Тако гласи једна од најпримењивијих античких изрека, а њена мудрост почива у томе што је универзално примењива. Колико би само трагедија и немилих догађаја било избегнуто да су актери извукли неке поуке из познавања прошлости? Много, а то важи и у модерном свету више него икада. Историја не мора бити сувопарна наука, а легат прохујалих времена треба сачувати у сваком облику. Разни уметници – од писаца, преко филмских стваралаца, па све до стрипских аутора – историју узима као почетну тачку у стварању својих дела. То подразумева реинтерпретацију тачних историјских догађаја, уз додавање тек покојег елемента фикције, па до остварења која историју имају само као полазну тачку у којој се одвија нека прича, док је њен већи део чиста уметничка слобода.

Повест историјске фикције сеже до почетака људске цивилизације. Присетимо се само дела попут *Еūа о Гилīамешу*, *Илијаде* или јапанске *Приче о Генђију* из 10. века. Нису ли и сви митови само усмена предања која евоцирају давне и заборављене догађаје? Истина, доста оваквих дела се сврставају у епску поезију, али у свом корену су дела историјске фикције у правом смислу те речи.

Модерна популаризација историјске фикције, посебно у Европи, најчешће се везује за 19. век, а највише за дела писаца попут сер Волтера Скота – *Ајванхо, Роб Рој, Вејверли*, да поменемо само неке од њих – а следили су га бројни аутори. Дикенс је, на пример, оставио незаборава печат *Причом о два īрада*, а Џејмс Фенимор Купер је под директним утицајем сер Волтера Скота створио своје незаборавне романе и новеле о сукобима у Америци крајем 18. века (*Последњи Мохиканац*, на пример). Не сме се сметнути с ума ни *Звонар Боīородичине цркве* Виктора Игоа, који је на јединствен начин овековечио париску готску архитектуру.

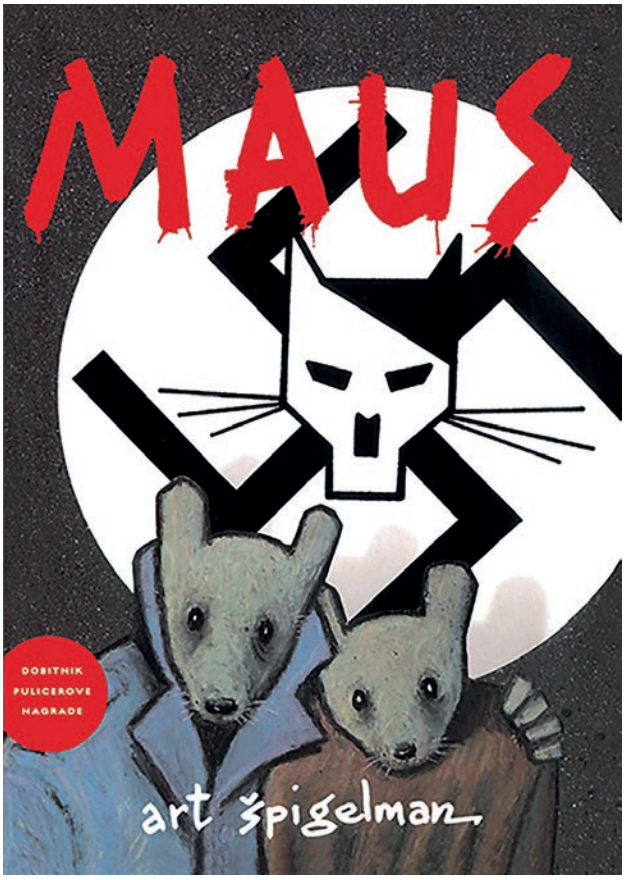
Стрип се веома рано оријентисао као медиј погодан за реинтерпретацију или чисто документарно праћење прошлих епоха. Међутим, као ремек-дело светског гласа које се бави одређеном историјском епохом на почетку треба истаћи *Принца Валијанūа* Хала Фостера. Јунак који је прошле године обележио 85 година постојања, настао је 13. фебруара 1937. године. Прича о наследнику Туле смештена је у артуријанско доба, али током деценија излази из тог оквира па ће Валијант обићи и северноамерички континент, посетити Рим и истражити бројна поднебља тог доба, увек уз запањујућу историјску прецизност у сваком погледу. Фостер је неуморно прикупљао документацију о том периоду и пазио на сваки детаљ, а *Принц Валијанū* се и данас сматра врхунским остварењем историјске фикције у стрипу.



Фостеров изванредан графизам у *Принцу Валијанту*

***Принц Валијант* као споменик једне епохе**

Мало је уметника који су током историје стрипа приступали сличној тематици са толиком фактографском прецизношћу попут Фостера. Али ма колико Фостерово оживљавање артуријанске епохе на папиру било импресивно, ипак је реч о чистој фикцији базираној на периоду о ком нема много правих историјских података. Фостер је ипак имао слободу да тумачи догађаје како му је сходно потребама нарације, све док се придржава одређених оквира, оскудних историјских података и фактографије у погледу архитектуре и опреме. Подједнако велик – а у неким аспектима и већи – залогај за уметника јесте да на оригиналан и инспиративан начин реинтерпретира стварне и историјски документоване догађаје из ближе историје. Ту свакако бриљира Арт Шпигелман и његово ремек-дело *Маус*, који је уједно и лично сведочанство његовог оца, Владека Шпигелмана, о Холокаусту. У том погледу је *Маус* свакако биографско дело, али је уједно и графички роман који се бави једном историјском епохом у сврху подсећања и памћења ужаса који су се тада десили. Занимљив је приступ Арта Шпигелмана овом графичком роману, јер он нимало не покушава да улепша историју, па ни своју породицу. Оца осликава као иритантну и неподношљиву особа која „као да потврђује све нацистичке предрасуде о Јеврејима“. Шкрт је, свадљив и тврдоглав, чему сведочимо током приче, јер је написана из визуре аутора који интервјуише свог оца уз све нијансе њиховог затегнутог односа. (Арт: „Некада сам мислио да му је то остало од рата.“ Мала: „Ма! И ја сам преживела логоре... Сви наши пријатељи су бивши логораши. И нико није као он.“) Притом Арт нимало не покушава да га ослика у лепшем светлу, а не таји ни чињеницу да му се мајка убила 23 године након што је ослобођена из логора, што је оставило тешке последице на обојицу. Овим даје легитимност свим осталим приповестима у причи и ужасима Холокауста кроз који су прошли његови родитељи. Најпрепознатљивија идеја *Мауса* јесте да су Јевреји приказани као мишеви, а Немци као мачке. Када је почео да истражује Холокауст, нацисте и остали материјал за *Мауса*, још није имао јасну слику о томе како ће графички приказати ликове. У кратком стрипу *Маус* из 1972. већ видимо ову поделу улога, али графички роман је далеко разрађенији. Идеја му се родила у глави када је наишао на нацистички „документарац“ *Вечни Јевреј*ин из 1940. године. У њему се приказује скучени гето налик сметлишту и кадар потом прелази на пацове и натпис: „Јевреји су пацови... гамад људског друштва.“ „Постало ми је јасно да је дехуманизација (Јевреја) у основи овог пројекта истребљења“, рекао је Арт. „Идеја приказа Јевреја као заразних, опасних бића нижих од човека, у основи је предуслова за убијање моје породице.“ И у Руанди су, уосталом, Хути приказивали Тутсије као бубашвабе.



Маус **Арта Шпигелмана у издању новосадског Комика**

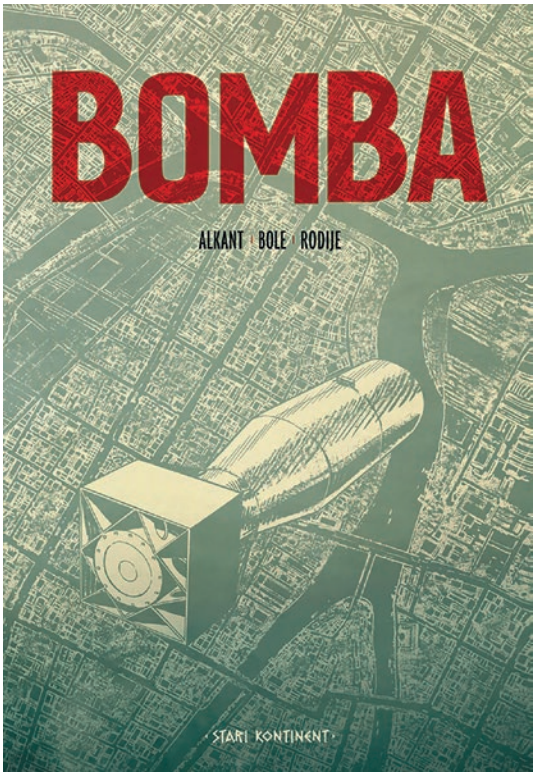
Дехуманизација је предуслов да се некој етничкој групи стави мета на чело. У генијалном аутоироничном чину Арт Шпигелман је обрнуо процес. Ако су нацисти приказивали његов народ дехуманизујући их на ниво глодара, Арт је решио да глодаре хуманизује и учини их људским бићима са којима се читалац лако повезује и развија емпатију. А ко је природни непријатељ мишева и пацова? Мачке, наравно. Међутим, нити су се Јевреји нити Немци бунили због *Мауса*, већ су највећи протести потекли из Пољске. Арт је Пољаке приказао као свиње, што им никако није одговарало. Нису марили за то да је Хитлер Пољаке једном назвао свињама, исто као што је Јевреје ословљавао као гамад. Та иронична нота *Мауса* им није одговарала, па је овај стрип преведен на пољски тек 2001. године.

Ако се задржимо на теми Другог светског рата и Јевреја, још једна прича у стрипу несумњиво привлачи пажњу. Реч је о обимном стрип роману *Било једном у Француској* Фабијена Нурија и Силвана Валеа, који се бави животом Јозефа Јоановицијa, румунског Јевреја, који је у предратном Паризу стекао неизмерно богатство тргујући металом. Јоановици је у историји Француске контроверзна личност. С једне стране, реч је о Јевреју који је успео да преживи окупацију, задржи – и увећа – богатство, док у исто време помаже Покрет отпора. После ослобођења је неколико година уживао славу хероја Покрета отпора, али

Аутопортрет Арта Шпигелмана са маском миша

Ужаси Холокауста у једној слици

Било једном у Француској **Фабијана Нурија и Силвана Валеа**



Бомба **Алканта, Болеа и Родијеа у издању Чаробне књиге**

Једна од ретких фотографија Јозефа Јоановицијa

У *Бомби* су приказани сви актери у трци за атомским наоружањем; на слици је Енрико Ферми

је већ 1947. године почела истрага због колаборације. Проблем је био што је Јоановици из рата изашао богатији него пре, што му многи нису опростили. Након година прогона, хапшења, бежања у Израел и изручења, умро је у потпуној беди 7. фебруара 1965. године. Нури и Вале су невероватном документаристичком прецизношћу пренели све аспекте његовог живота у овом незаборавном стрипу, уз неизоставну уметничку надоградњу и драматизацију без које није било могуће направити стрип овог обима.

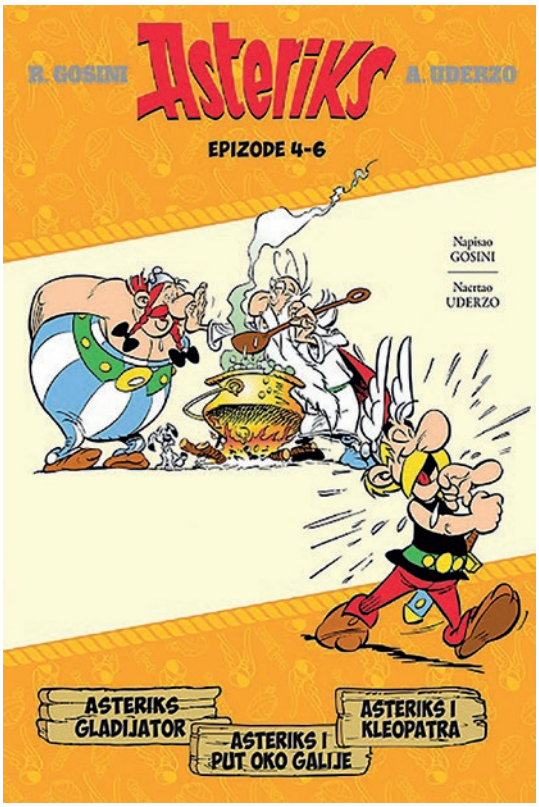
Сличан, па чак и документарнији приступ имали су аутори графичког романа *Бомба* 2020. године, поводом 75. годишњице атомског напада на Хирошиму. Дидије Свајзен, познатији као Алкант, Лоран-Фредерик Боле и Денис Родије су,

Језиви злочини Џека Трбосека у *Из пакла*

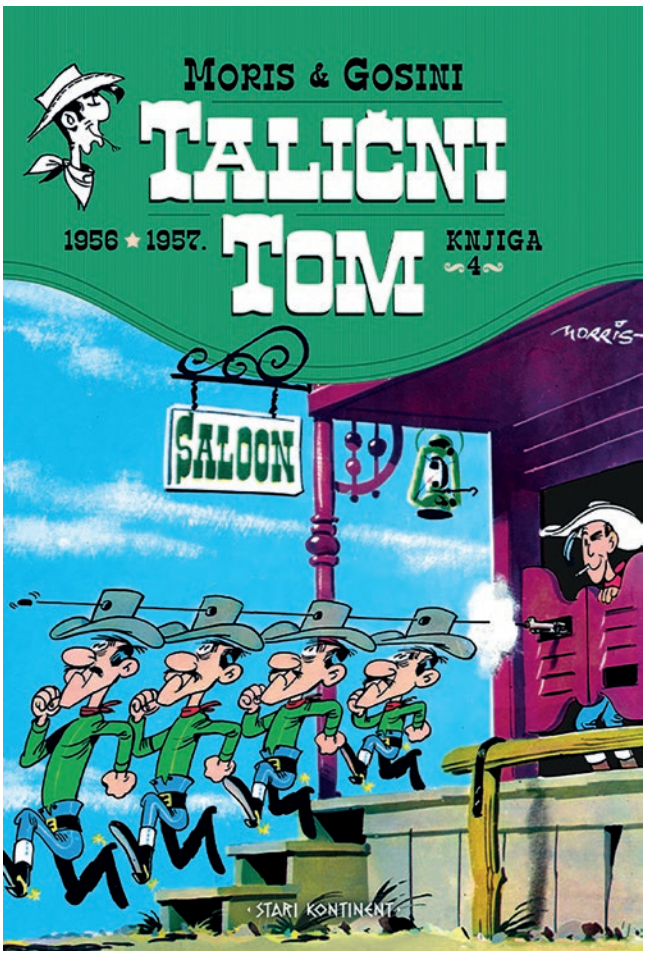
на импресивних 460 страна, успели да опишу цео след догађаја од првих предратних теоретских основа за ланчану реакцију уранијума, па све до дана кад је бачена атомска бомба на Хирошиму 1945. године. Сви актери у овој трци су наведени, од Леа Силада и Енрика Фермија, па до Роберта Опенхајмера, председника Френклина Рузвелта и Харија Трумана. Упркос обиљу информација садржаних на оволиком броју страна, аутори ни у једном тренутку не загушују наратив и стрип је изненађујуће занимљиво читати.

Понекад делује да ауторе и публику највише привлаче историјски ужаси. Највећи урбани мит 19. века базиран на стварним догађајима свакако јесу убиства Џека Трбосека. Са њима се у коштац ухватио британски сценариста Алан Мур уз подршку цртача Едија Кембела у чувеном графичком роману *Из пакла*. Злочини непознатог починиоца из 1888. су заокупили пажњу многих, али Мур и Кембел су ти који су дали најимпресивније дело о том догађају. Не толико због описа самих догађаја – мада су и ти описи довољно гротескни сами по себи – па ни због свог виђења идентитета починиоца, већ због начина на који су детаљно описали Лондон викторијанске епохе, класне разлике, архитектуру и начин живота. Чак и цртеж Едија Кембела, намерно рудиментаран и стилизован, евоцира илустрације из новина тог доба, а сваки накнадни покушај да се црно-бели цртеж у стрипу колорише наружио је изворно дело. Аутори су посебну пажњу посветили масонским обележјима Лондона тог периода и конструисали од града упечатљиву паукову мрежу која одише тескобом. Посебно језив сегмент романа је убиство Мери Џејн Кели, последње жртве трбосека, коју Мур и Кембел растежу на чак 34 стране. Мур је као починиоца злочина одредио доктора Вилијама Гала, личног лекара краљице Викторије. Иако је ова теза више пута историјски побијена, Мур ју је написао са толико упечатљивом сигурношћу да је доктор Гал и данас често асоцијација на језивог убицу пет проститутки.

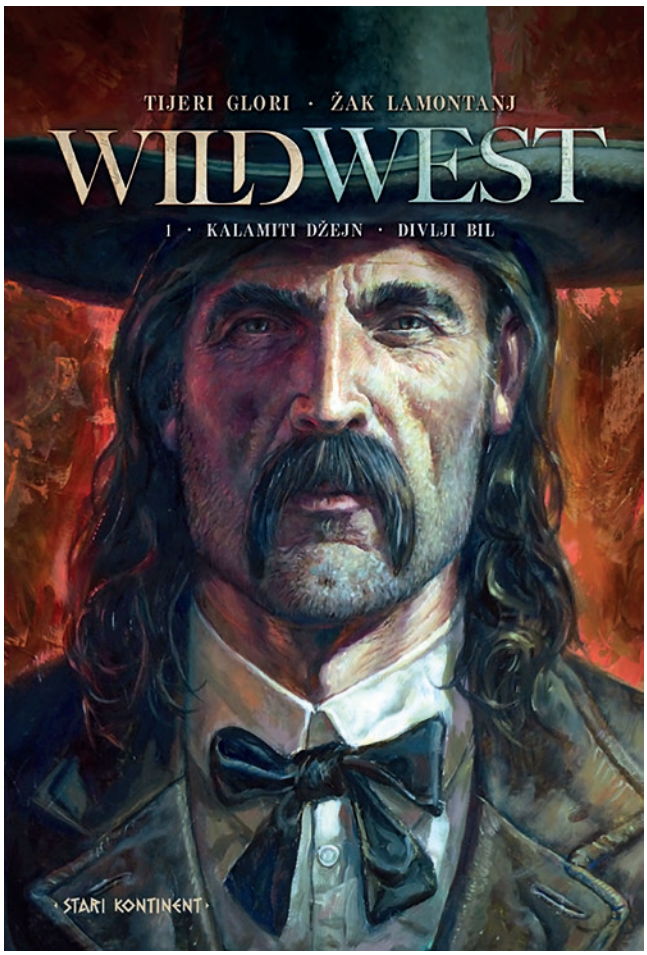
Време је за ведрије теме историјске фикције у стрипу. Два таква серијала се посебно истичу у франкофоној школи девете уметности. Први је свакако *Астерикс*, један од симбола Француске и серијал који се највише повезује са овом земљом. Доживљаји симпатичних и непобедивих Гала супротстављених римском окупатору, и посебно Јулију Цезару, део су њиховог националног поноса.



***Астерикса* у Србији објављује Чаробна књига**



Бројни историјски актери Дивљег запада у *Таличном Тому*; насловница 4. интеграла Чаробне књиге

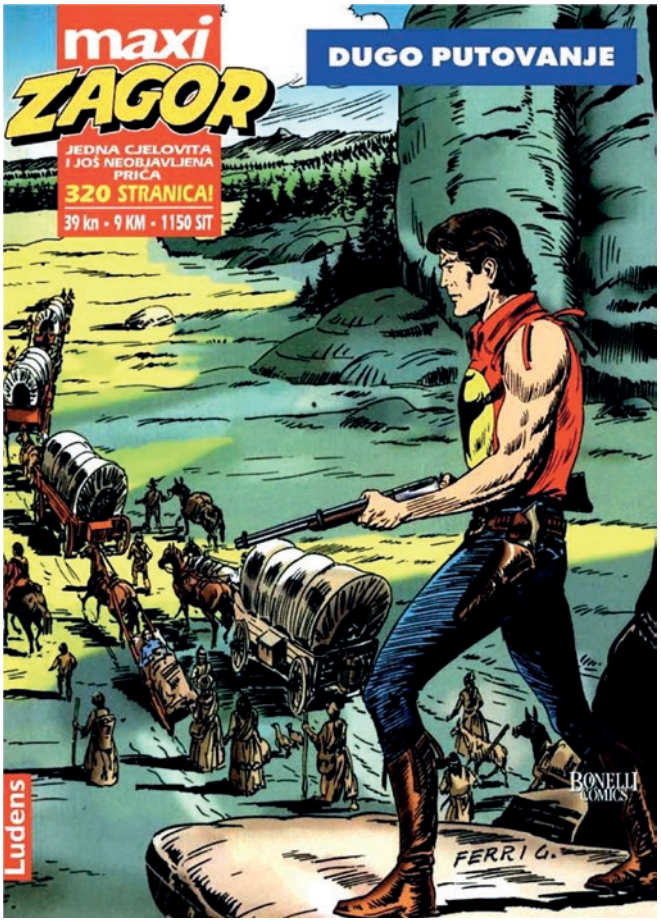


***Wild West* је врсна адаптација живота Дивљег Била и Каламити Џејн**

Госини и Удерзо су радњу серијала сместили у 1. век п.н.е. и потпуно су оживели ту епоху на папиру, а упркос комичном аспекту који је носећи у стрипу, уједно је и посвећен том временском периоду и његовој култури. Римска и галска култура тог доба су сасвим адекватно представљени, имајући на уму жанр, и приметно је да су се Госини и Удерзо у великој мери бавили проучавањем тог периода.

Други такав пример је *Таличи Том*, који се номинално може сврстати у вестерн сатиру, али сваки стрип (и свако остварење) о Дивљем западу је само по себи историјска фикција јер као оквир дешавања узима један веома специфичан историјски тренутак. *Таличи Том* пак у томе предњачи по бројним мотивима, а првенствено јер у наратив укључује бројне култне, али стварне личности Дивљег запада. Ту су, наравно, браћа Далтон, који су заиста постојали – мада не у овом комичном облику. Потом, главни јунак ће срести судију Роја Бина, чувеног чувара закона из Ленгтрија и самопрокламованог „закона западно од Пекоса“. Затим, ту су Сара Бернар, Буфало Бил, Били Кид, браћа Ерп, Док Холидеј, Џеси Џејмс, Алан Пинкертон и бројни други. И свако од њих је у јединственом сатиричном обличју који показује како су Госини и Морис врсно баратали митологијом Дивљег запада.

Ако на трен останемо фокусирани на вестерн као жанр, искрсавају бројни наслови који се на различите начине баве историјом овог периода и његовим окружењем. На пример, *Wild West* Тијерија Глорија и Жака Ламонтања на модеран и бруталан начин истражује појединости из живота Каламити Џејн и Дивљег Била Хикока, две звезде вестерн мита. Међутим, како је већина остварења фокусирана на општепознате детаље из њихових живота, посебно на убиство с леђа Била Хикока од стане Џека Макала у Дедвуду током партије покера, Тијери и Ламонтањ су себи задали тежи задатак да истраже њихово порекло и како су се њих двоје заиста упознали, као и след догађаја који су довели до тога да обоје постану легенде Дивљег запада.



Загор као беспомоћни посматрач егзодуса Чирокија

Трагедија о Капетану Џеку у извођењу Енрикеа Бреће

Међутим, мало која школа стрипа гаји фасцинацију Дивљим западом колико то чине Италијани. Издавачка кућа „Бонели“ је изграђена на миту о вестерну. Најпопуларнији стрипски серијал на простору бивше Југославије је *Загор*, уједно и један од камена темељаца Бонелија. У њему је тежиште смештено на период вестерна прве половине 19. века, уз осетну примесу фантастике. Али ту су и бројни садржаји који кореспондирају са тадашњим историјским оквиром. Једна од прича је *Дуго путовање*, објављена у едицији „Макси“, и у њој се аутори Морено Буратини и Алесандро Кјарола баве историјским догађајем познатим као Пут суза, када је америчка влада потерала племе Чирокија на егзодус у резерват. Чироки су у то време били племе које је у највећој мери попримило обичаје белаца. Живели су „цивилизовано“, а њихов велики мислилац и просветитељ Секвоја је чак створио посебно писмо за њих које су користили у школству и за штампање публикација. По њему је дрво секвоје добило име. Ово присилно пресељење се одиграло 1830. године уз подршку америчког председника Ендруа Џексона. Буратини и Кјарола су Загора сместили у причу као заштитника Чирокија, а у наратив су укључили и Секвоју, као и председника Џексона, који од главног јунака добије неколико заслужених шамара.

Доста прича о Загору засновано је на историјским догађајима иако ниједна у толикој мери као *Дуго путовање*. С друге стране, најомиљенији италијански серијал и заштитни знак куће „Бонели“ је *Текс Вилер*, смештен у другу половину 19. века. Текс је приказан као савршени јунак и део вестерн мита. Заштитник нејаких, било да су белци или Индијанци, поглавица је Навахо племена, ренџер и некадашњи учесник Грађанског рата на страни Севера. Доста прича о њему засновано је на стварним личностима и догађајима, али посебно се истиче неколико њих. Пре свега *Капетан Џек*, објављен у едицији „Специјал“, по сценарију Тита Фарачија и са цртежом светски познатог Енрикеа Бреће. Њих двојица су се фокусирали на историјски догађај познат као Рат Капетана Џека. Овај сукоб са америчком војском одиграо се 1873. године, када је поглавица Модока Капетан Џек, познат и као Кинтпуаш, повео свој народ у побуну због бекства из резервата. Издајом

Изванредни графизам Пасквалеа Фризенде у *Патагонији*

саплеменика, посебно Хукера Џима, који га је и присиљавао на сукоб са Американцима, Капетан Џек је заробљен и обешен 3. октобра 1873. године. Фарачи и Брећа смештају Текса у центар овог сукоба, више као посматраче него актере који покрећу радњу, и тиме пружају један романтизован али и добро документован поглед на ову мрачну страницу историје.

Други значајан стрип из серијала о Тексу Вилеру је *Патагонија* Маура Бозелија и Пасквалеа Фризенде, такође објављен у едицији „Специјал“. У овом случају се Текс придружује аргентинској војсци исте 1873. године у ономе што историја ове земље памти као Освајање пампе. Тада су Аргентинци повели велику војну акцију против урођеника који су се налазили у савезу са Калфукуром на челу. Међутим, Текс, правдољубиви заштитник, стаје касније на страну оних који су у овом сукобу потлачени, а то је племена индиоса Патагоније и води их у крвави егзодус пред војском раме уз раме са Калфукуром. Трагична и потресна прича из историје има такав епилог и у стрипу, а Текс се са сином Китом, као беспомоћни посматрач, враћа у домовину а да ништа није променио. Јер је историја непромењива, за разлику од будућности.

Стрипови са историјском тематиком су бројни. Немогуће их је побројати. Али сви они носе ту исту поруку. Бележење непромењиве историје, па макар и у романтизованом облику, како то чини већина стрип аутора, лекција је из које се учи. Најбоља остварења су она која, попут *Мауса*, *Патагоније*, *Капетана Џека* или *Бомбе*, подсећају, достојанствено и детаљно, али уз емотивни удар какав се од доброг стрипа очекује. Јер историја је непромењива, али наш свет није. —Ⓔ

Аутор је дипломирао археологију на Филозофском факултету у Београду. Сарадник је „Политикиног Забавника“, недељника „Време“ и неколико онлајн портала посвећених култури. Стрип критичар и есејиста са радовима објављеним у више домаћих и страних стрип издања и публикација.

Изложба „Иза објективности: визуелне метафоре у науци“ у Краљеву

Центар за промоцију науке, у сарадњи са Народним музејом Краљево, од 13. маја до 12. јуна организовао је изложбу научних илустрација „Иза објективности: визуелне метафоре у науци“. У склопу изложбе, коју је погледало око две хиљаде посетилаца, приређен је садржајан и тематски заокружен пратећи програм

ТЕКСТ:
Б. Ђорђевић

ФОТО:
ЦПН, Народни музеј Краљево

У СУБОТУ, 20. МАЈА, аутор концепта изложбе и главни уредник часописа Елементи Иван Умељић и кустоскиње Надица Лишанин и Јасмина Дражовић провели су заинтересоване кроз поставку. Истог дана, музичар и филозоф Саша Ранковић извео је перформанс „Бубњар и музичари из машине“. Током вишечасовног, узбудљивог наступа, препознатљива звучна слика старог сета *Gretsch* бубњева проширена је звуковима других инструмената.

Током трајања изложбе организоване су и групне посете ученика и професора средње Уметничке и Пољопривредне школе из Краљева. Поред кустоског вођења кроз поставку изложбе, ученици су били у прилици да погледају избор филмова из научне видео архиве ЦПН-а.

Познати популаризатор науке и главни координатор Фестивала науке Милан Поповић извео је интерактивни, научни „Биг Бенг шоу“ у четвртак, 25. маја, док је у среду, 7. јуна, бивши ученик Уметничке школе Краљево Јаков Јаковљевић одржао мастерклас графичког дизајна и илустрације за ученике Уметничке школе. Познати уметник у области графичких комуникација полазницима је говорио о томе како да кроз властити илустративни рукопис приступе различитим темама и креирају успешна графичка решења, о процесу настанка добре илустрације, елементима који су неопходни да би рад био аутентичан и многим другим темама.

На изложби су представљени радови следећих уметника: Александра Јованић, Ања Сушањ, Артез, Боб Живковић, Бранко Тмушић, Братислав Миленковић, Валентина Брковић, Владан Николић, Вук Палибрк, Давид Билобрк, Драгана Кртинић, Жељко Лончар, Ивана Бугариновић, Ирена Гајић, Јаков Јаковљевић, Ксенија Пантелић, Марија Бабовић, Марко Пурић, Милица Голубовић, Моника Ланг, Никола Корић, Сања Црњански, Сергеј Туцаков, Славимир Стојановић Футро, Срђа Драговић, Теа Јуришић, Ђорђе Балмазовић и Драган Протић Прота.

Изложбу, која броји преко 130 илустрација, дизајнирала је Моника Ланг, а публика је ову аутентичну поставку до сада могла да види у Галерији Атријум Библиотеке града Београда, у нишкој Галерији Синагога, као и у Галерији Дома омладине у Панчеву. —Ⓔ

Управљање границама сопства исто је што и управљање границама спољашњег света
Калеидоскоп
Портрети

Калеидоскоп

ЕЛЕМЕНТИ

Комуникација у међународним научним тимовима

Др Дарко Доневски одржао је предавање намењено младим истраживачима и студентима докторских студија

ФОТО: Марко Рисовић

ТЕКСТ:
Б. Ђорђевић

НА ПРЕДАВАЊУ ОДРЖАНОМ 8. ЈУНА у Научном клубу ЦПН-а било је речи о томе са којим се све изазовима суочавају истраживачи током вођења међународних научних пројеката, као и о могућим одговорима на питања као што су:

Како научна комуникација може да мотивише истраживачице и истраживаче у раном стадијуму каријере да конципирају и предложе своје пројекте? Како изградити динамично и инклузивно окружење у научном тиму? Да ли постоје јединствени рецепти за превазилажење конфликтних ситуација током тимског истраживања?

У првом делу предавања студенти су имали прилику да чују нешто више о иновативним техникама комуникације унутар научних колаборација, док је у другом сегменту др Доневски представио неке од успешних примера из модерне академске праксе. Завршни део протекао је у занимљивом разговору између присутних и др Доневског, који је стрпљиво одговорио на сва питања студената, ослањајући се на своје богато искуство и знање стечено учешћем у великим међународним пројектима. —Ⓔ

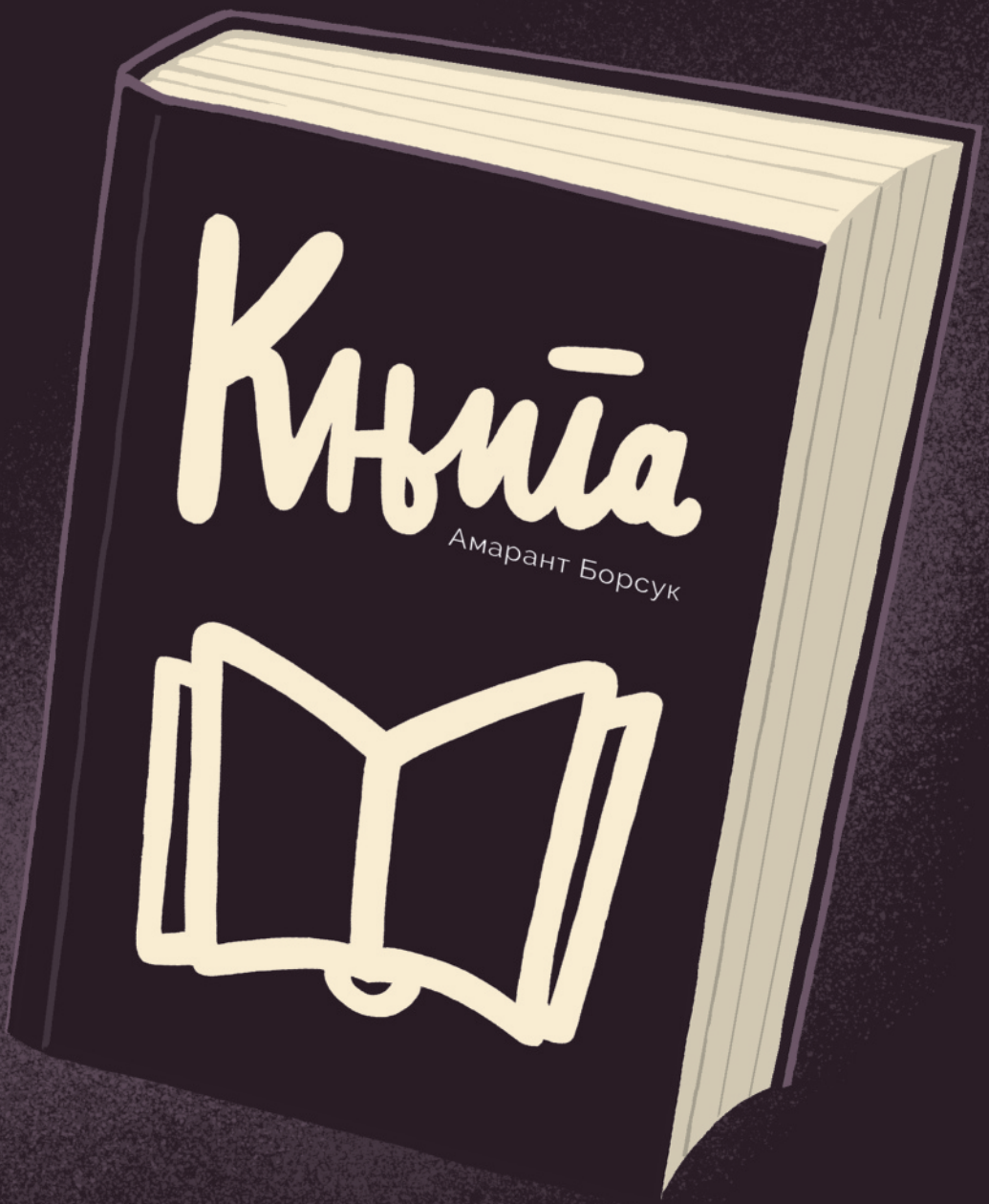
prodavnica.cpn.rs

НОВО ИЗДАЊЕ ЦЕНТРА ЗА ПРОМОЦИЈУ НАУКЕ

ЦЕНТАР ЗА ПРОМОЦИЈУ НАУКЕ

Ново издање

ЦЕНТРА ЗА ПРОМОЦИЈУ НАУКЕ



cpn.edu.rs

ЦЕНТАР ЗА ПРОМОЦИЈУ НАУКЕ