



COPERNICUS
FESTIVAL

**TYGODNIK
POWSZECHNY**

Nr 21/2023

**KATALOG
FESTIWALOWY**

WWW.COPERNICUSFESTIVAL.COM

23-28.05

KOSMIOS



Copernicus
Center

Jest takie miejsce w kosmosie...

**gdzie czytamy naturę
szukamy naszych przodków
odwiedzamy mikrogabinet
rozmawiamy o życiu, umyśle i świadomości
i zawsze zaczynamy od zera**

COPERNICUS

Kanał Youtube z programami popularnonaukowymi i wykładami na żywo



youtube.com/copernicuscenter



Transmisje wszystkich wydarzeń Copernicus Festival tylko na kanale Copernicus



COPERNICUS FESTIVAL 2023 / KOSMOS

CÓŚ SIĘ ZACZEŁO 13,8 MLD LAT TEMU – A MOŻE wcześniej coś się skończyło? W każdym razie tak daleko jesteśmy w stanie cofnąć się, rekonstruując historię wszechświata zgodnie z regułami, które odgadnął Albert Einstein. Wtedy wszystko było prostsze: nie było jeszcze gwiazd i planet ani żadnych istot, którym mogłoby się śnić odkrywanie tajemnic kosmosu. Materia wirowała w tańcu kwantowych fluktuacji. Możemy sobie to wszystko wyobrazić dzięki temu, że zbudowaliśmy wielkie zderzaczki cząstek, w których na chwilę odtwarzamy warunki panujące we wczesnym wszechświecie.

Potem musiały wypalić się całe pokolenia gwiazd, by narodziły się Słońce i Ziemia – ok. 4,5 mld lat temu. Już po kolejnym miliardzie lat nasza planeta tętniła życiem. A 2-3 mln lat temu pewna populacja małp weszła – a raczej została wepchnięta zmieniającym się klimatem – na ścieżkę prowadzącą do człowieka. Dzięki temu być może po raz pierwszy w historii wszechświata pojawiły się istoty, które są w stanie ten wszechświat podziwiać i rozumieć. Ale może jesteśmy po prostu zarozumiali – może kosmos jest pełen życia, nie mniej rozumnego niż to ziemskie?

W tegorocznej, jubileuszowej (już dziesiątej!) edycji Copernicus Festival postawimy pytania o kosmos i nasze w nim miejsce. Zastanowimy się, czy we wszechświecie panuje nieokiełznany chaos, czy doskonale porządek

– i w jaki sposób próbowaliśmy i próbujemy się tego porządku doszukiwać. Porozmawiamy o tym, co już wiemy i na odkrycie czego ciągle musimy czekać.

O tym wszystkim mówią teksty zawarte w tym katalogu. Prezentujemy w nim również kandydatów na Mądrą Książkę Roku, a w środku znajdą Państwo program festiwalu. Główne wydarzenia odbywają się wieczorami od 23 do 28 maja w Muzeum Inżynierii i Techniki w Krakowie przy ul. św. Wawrzyńca 15. Są one otwarte dla wszystkich i transmitowane na żywo na kanale [Youtube.com/CopernicusCenter](https://www.youtube.com/CopernicusCenter). Wydarzenia dodatkowe – wystawy, projekcje filmów, zajęcia szkolne, warsztaty – rozsiane są po siedzibach instytucji, które życzliwie podjęły z nami współpracę. Udział w niektórych z nich wymaga wcześniejszych zgłoszeń (szczegóły w programie). Zachęcamy także do zapoznania się z materiałami wideo, które przygotowaliśmy przed festiwalem – one dostępne będą wyłącznie w internecie.

Zapraszamy na wspólną podróż w najciekawsze regiony wszechświata i konfrontacje z najdonioślejszymi pytaniami, jakie możemy postawić. To będzie pełna doznań, ważna i pouczająca wycieczka: nie możemy przecież zrozumieć samych siebie, jeśli nie zrozumiemy kosmosu, który nas zrodził.

© ZESPÓŁ COPERNICUS FESTIVAL



4. Mit o początku
MARCIN NAPIÓRKOWSKI

9. Wszechświat nas zaskoczy
ROZMOWA Z DAVIDEM GRINSPOONEM

14. Materia: co to takiego?
MICHAŁ ECSTEIN

20. Najtrudniejszy projekt świata
MATEUSZ HOHOL

23. Kto potrzebuje fundamentów
MAREK JAKUBIEC

26. Program festiwalu

30. Wygraliśmy w kosmicznej loterii
ROZMOWA Z BERNARDEM CARREM

36. Środek jest wszędzie
MICHAŁ HELLER

42. Dzieci planet
MAGDALENA ŁANUSZKA

WSPÓŁWYDAWCY



REDAKCJA: ŁUKASZ KWIATEK, ŁUKASZ ŁAMŻA | OPISY MĄDRYCH KSIĄŻEK: KAMIL KOPIJ, MARTA ALICJA TRZECIAK
OPIEKA WYDAWNICZA: ANNA DZIURDZIKOWSKA | WSPÓŁPRACA: SABINA JANECZKO, ANNA PAJĄCZKOWSKA,
DIANA SAŁACKA | PROJEKT GRAF. MAREK ZALEJSKI | FOTOEDYCJA: GRAŻYNA MAKARA, EDWARD AUGUSTYN,
JACEK TARAN | TYPOGRAFIA: ANDRZEJ LEŚNIAK | KOREKTA: GRZEGORZ BOGDAŁ, KATARZYNA DOMIN,
SYLWIA FROŁÓW, MACIEJ SZKLARCZYK | GRAFIKA NA OKŁADCE: ANNA SKOCZEŃ I ANETA KUBIK

KRAKÓW 2023, ISBN 978-83-65610-28-7



NATALIA POLASIK / MOONWATERPL

Natalia Polasik, „Cosmic Dance”, 2022 r.

Mit o początku

MARCIN NAPIÓRKOWSKI

Żeby dostrzec kosmos, nie trzeba patrzeć w niebo. Być może po raz pierwszy odkryto go bardzo nisko, przy samym gruncie. I to nie oczami, a uszami.

Pitagoras spacerował sobie przez miasto, gdy jego uwagę zwróciły dziwne tony. To pięknie współbrzące, to znów przesywające uszy paskudnym dysonansem. Podążając za dźwiękiem, filozof dotarł do kuźni, gdzie grupa kowali tłukła młotami. Pitagoras uwielbiał uczciwą pracę. Mógł na nią patrzeć godzinami. Stał więc i patrzył. A raczej słuchał. Aż doszedł do fascynującego wniosku. Gdy jednocześnie uderzały młoty, których rozmiar miał się jak 2:1 lub 3:2, rozlegało się piękne, harmonijne współbrzmienie. Gdy proporcje młotów były inne – dwa dźwięki nie brzmiały tak dobrze.

Filozof wrócił do domu i wraz z uczniami postanowił to sprawdzić. Nie mieli młotów, użyli więc monochordu, czyli prostego instrumentu z jedną struną. Skrząc ją i wydłużając, spróbowali odtworzyć te same proporcje. W ten sposób odkryli interwały, które dziś nazywamy oktawą (2:1) i kwintą czystą (3:2) – dwa podstawowe składniki harmonii muzycznej występujące w naturze. Na tym jednak nie poprzestali. Zadali jeszcze jedno fascynujące pytanie: ile razy musielibyśmy odmierzyć kwintę od pewnego dźwięku, żeby dojść do (wielokrotności) oktawy?

Dwanaście! Mogę sobie tylko wyobrazić, w jaki zachwył to odkrycie sprawiło Pitagorasowi i jego uczniom. Przecież dokładnie tyle samo cykli lunarnych mieści się w jednym cyklu solarnym, czyli – mówiąc prościej – jeden rok to (mniej więcej) dwanaście pełnych księżyców, zwanych też miesiącami. Czyżby cały porządek świata był w rzeczywistości porządkiem muzycznym? Może sfery niebieskie, obracając się, również rozbrzmiewają muzyką, której nie słyszymy tylko dlatego, że towarzyszy nam bez przerwy od narodzin do śmierci?

Z tych dwunastu półtonów budujemy dziś każdą muzykę – i disco polo, i operę. Jednak sama anegdota o młotach jest nieco zbyt dobra, żeby była prawdziwa. Znamy ją od Nikomachosa z Gerazy, neopitagorejczyka z II w. n.e. Od Pitagorasa dzieliło go mniej więcej tyle, ile nas od Kazimierza Wielkiego. Miał więc prawo pomylić pewne szczegóły. Fizycy zwracają uwagę, że obserwacja, choć prawdziwa w przypadku strun, nie potwierdziłaby się wcale z młotami. Historycy muzyki z kolei dodają, że dwunastostopniowa skala, a także jej powiązanie z astronomią, zostały opracowane znacznie, znacznie wcześniej przez Babilończyków. Wtórąją im historycy filozofii, których najnowsze badania sugerują, że Pitagoras – wbrew wcześniejszym tropom – zapewne nie był nawet twórcą pojęcia „kosmosu” w znaczeniu, o którym tu mowa.

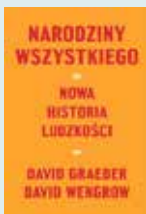
Trudno. Nie zmienia to faktu, że samą ideę, która nas tu interesuje, pitagorejczycy wyrazili z wyjątkową jasnością. Istotą świata są relacje – współbrzmienia. Kosmos to porządek rzeczy – niewidzialne na pierwszy rzut oka połączenia między dźwiękami, ludźmi albo gwiazdami. Pajęcza sieć, która oplata i przenika wszystko wokół nas. Kosmos to po prostu sens. Widzenie albo słyszenie kosmosu to umiejętność czytania i interpretowania znaczeń. Dlatego właśnie językiem kosmosu okazują się najczęściej matematyka i muzyka, choć idea poszukiwania „właściwych współbrzmień” błyskawicznie rozlała się na kolejne domeny – astronomii (wpierw: astrologii), medycyny, no i oczywiście moralności i polityki. Do tych ostatnich jeszcze wrócimy. Najpierw przyjrzymy się jednak kosmosowi astrologicznemu i astronomicznemu oraz nieoczywistej i zaskakująco późnej różnicy między nimi.

Przekleństwo przypadku

Mniej więcej od czasów Pitagorasa kosmos oznaczał obszar wypełniony sensem – sferę porządku, w której rzeczy mają się do siebie w sposób możliwy do dostrzeżenia i zrozumienia dla człowieka. Poznawanie kosmosu było więc odkrywaniem współbrzmień – podobieństw, analogii, nawiązań.

Patrząc w niebo widzimy, że pewne zjawiska powtarzają się okresowo. Poznaliśmy i opisujemy więc rytmy kosmosu, szukając współbrzmień między nimi. Podobnie rzecz się ma z ludzkim ciałem. Przykładów takiego myślenia dostarczają dzieła medyczne zebrane w tzw. „korpusie hipokratejskim” (V-IV w. p.n.e.). Gorące pokarmy podgrzewają temperament. Zimne – ochładzają, sprzyjając np. melancholii. Dobre samopoczucie okazuje się niczym innym, jak harmonijnym współbrzmieniem między pokarmem, naturalnymi predyspozycjami organizmu oraz otaczającym go środowiskiem – np. pogodą. Zdrowie i choroba – czytamy w dziele „O diecie” wchodzącym w skład wspomnianego korpusu – są jak dzień i noc albo fazy księżyca czy następstwo ognia i wody. „Światło dla Dzeusa, mrok dla Hadesa” – wyjaśnia anonimowy autor. Zrozumienie porządku rzeczy i poszukiwanie harmonii to klucz do sukcesu w medycznym fachu.

W pierwszym głośnym przykładzie kryje się jednak pułapka. Nasz mózg jest bowiem skonstruowany tak, że przy niewielkiej pomocy dostrzeże intrygujące podobieństwa niemal we wszystkim. Owszem, dwanaście kwint prowadzi nas z powrotem do tego samego dźwięku (przesuniętego o kilka oktaw), a dwanaście pełnych księżyców mieści się w roku. Pomiędzy tymi dwunastkami nie ma jednak zależności przyczynowo-skutkowej. Podobieństwo jest w tym →



■ *David Graeber,
David Wengrow*
**NARODZINY
WSZYSTKIEGO**
Zysk i S-ka

Nie wierzcie w proste opowieści

PALEOLIT, neolit, epoka brązu, epoka żelaza, średniowiecze, nowożytność, epoka plastiku (fachowo: antropocen) – od jaskiń i narzędzi krzemiennych, przez rolnictwo i narzędzia metalowe, aż po samoloty, stacje kosmiczne i wszechobecny plastik. Oto dzieje ludzkości w największym skrócie. Tylko czy taka prosta, liniowa historia jest prawdziwa? Antropolog David Graeber i archeolog David Wengrow wywracają do góry nogami dotychczasowy sposób patrzenia na historię i teraźniejszość. Ich zdaniem historia naszego gatunku nie jest liniowym procesem postępu (i okazjonalnych upadków cywilizacji), raczej płataniną różnych dróg, po których kluczymy. Wbrew temu, co wyczytać możemy w większości podręczników z zakresu archeologii, nie istnieje jedna uniwersalna ścieżka rozwoju. Ludzie w różnych miejscach i czasach tworzyli różnorodne formy organizacji społecznej i politycznej, często oparte na zasadach równości i współpracy. Autorzy przekonują, że różne grupy łowców-zbieraczy mogły nie tylko znacznie różnić się od siebie wewnętrzną organizacją, ale również wznosić monumentalne budowle, a nawet zamieszkiwać osady, które bez mrugnienia okiem moglibyśmy nazwać miastami. Wskazują, że powstanie rolnictwa wcale nie było drogą, z której nie było odwrotu, a wiele społeczności świadomie porzuciło te „nowinki” i wróciło do gospodarki opartej na zbieractwie i łowiectwie.

© KK

→ przypadku dziełem czynnika, który do teorii kosmosu wybitnie nie pasuje. Dziełem przypadku.

Przypadek to domena chaosu. Czynniki szpetny, rozbijający wzory. Wróg piękna i dobra. Znienawidzony przeciwnik uzdrowicieli, astrologów i alchemików. Chaos kojarzono z chorobą, rozkładem, pierwotnymi mocami starszymi niż dobro i zło, a więc w ogóle unieważniającymi estetykę i moralność. Taki Chaos, którego lęka się nawet sam Szatan, znajdziemy jeszcze w „Raju utraconym” Milтона.

Ignorując przypadek, tropiciele kosmicznych harmonii szybko dochodzą do sytuacji, w której wszystko łączy się ze wszystkim. Świat astrologii i wczesnej medycyny stał się zatem przestrzenią wszechogarniającego sensu, gdzie zjawiska w jednej domenie (np. układ gwiazd) mogły bez ograniczeń wpływać na wydarzenia w innej (np. ludzkie życie) mocą samej tylko zasady analogii.

Ostatni czarnoksiężnik

Kosmiczny słuch stał się przekleństwem i błogosławieństwem tych wczesnych form poznawania świata. Przekleństwo wiązało się z tym, że odporne na weryfikację opowieści obrastały wciąż nowymi sensami, tworząc gigantyczne, samopowtarzające się systemy. Błogosławieństwo polegało w zasadzie na tym samym. Bo to właśnie dzięki tej niezmienności reguły starożytnej astrologii czy hipokratejskiej diety mogły dotrzeć do naszych czasów, wygodnie moszcząc się po drodze w światach pracowitych skrybów, przedsiębiorczych drukarzy, charyzmatycznych sprzedawców z telezakupów i gwiazd mobilnego internetu. Elementy tych systemów znajdujemy dziś na portalach astrologicznych, w pseudonaukowych dietach oraz w książkach Ericha von Dänikena i innych tropicieli starożytnych kosmitów, dostrzegających uderzające podobieństwo między wizerunkami starożytnych bogów a współczesnymi skafandrami kosmicznymi.

Jednak w pewnym momencie, który umownie nazywamy dziś oświeceniem, poszukiwaczom kosmicznych analogii przydarzyło się coś interesującego. Nastąpiła zmiana, która trwale rozdzieliła ścieżki nauki i pseudonauki.

Najlepiej widać to na przykładzie Izaaka Newtona, który na rozwidlają-

cych się ścieżkach stanął okrakiem. Jak to malowniczo ujął John Maynard Keynes, fan Newtona i posiadacz kilku jego rękopisów: „Newton nie był pierwszym człowiekiem wieku rozumu. Był ostatnim czarnoksiężnikiem”. Tak, tak! Mało kto dziś pamięta, że ojciec nowoczesnej fizyki był jednocześnie astrologiem i alchemikiem o władnym pragnieniem odnalezienia kamienia filozoficznego. Jak to możliwe, że ten sam człowiek był jednocześnie w stanie niezwykle wnikliwie weryfikować własne założenia podążać za mrzonkami w innych? Historycy nauki proponują interesującą odpowiedź.

Otóż wygląda na to, że Newton funkcjonował równolegle w dwóch zupełnie różnych środowiskach. W jednym, zgłębiającym np. naturę światła czy grawitacji, normą była transparentność. W fizyce normę stanowiło szczegółowe opisywanie przeprowadzonych eksperymentów, wymiana rezultatów i wzajemna krytyka badaczy. W drugim świecie, skupionym na poszukiwaniu eliksiru wiecznego życia i sekretu transmutacji w złoto, panowała tymczasem zacięta konkurencja. Badania odbywały się w ścisłej tajemnicy, a ewentualne notatki sporządzone były z użyciem wymyślnych szyfrów. Dwa zupełnie różne królestwa! „Światło dla Dzeusa, mrok dla Hadesa”.

Nauka to zatem wspólna obserwacja kosmosu oparta na zaufaniu i krytycyzmie. Znajdowanie analogii i współbrzmień wciąż jest kluczowe. Ale tym razem praca odbywa się kolektywnie – gdy jeden badacz coś ogłasza, zadaniem pozostałych nie jest potwierdzenie jego słów, lecz próba ich obalenia, a więc wykazania, że dostrzeżone analogie są zaledwie przypadkiem. Rzetelny badacz to adwokat chaosu – w ten nieoczywisty sposób można dziś streścić istotę metody naukowej.

Dopiero w tym momencie – zaskakująco późno! – rozwidliły się ścieżki astrologii i astronomii, alchemii i chemii, pseudomedycyny i medycyny opartej na dowodach, która dzisiaj ratuje życie milionom pacjentek i pacjentów w szpitalach na całym świecie.

Fizykę od magii dzieli więc nie jakaś głęboka istota, lecz system zaufania i weryfikacji. Ścieżki nauki i przesądu zaczęły się w jednym punkcie i rozwidliły bardzo

późno. Warto o tym pamiętać, próbując zrozumieć współczesne triumfy pseudonauki i teorii spiskowych.

Triumf Marduka

A teraz wróćmy do moralności i polityki, bo kosmos to znacznie więcej niż chłodna kalkulacja i opis rzeczywistości. Jako piękno, stosowność czy proporcja kosmos ma także swój wymiar etyczny. W „Enuma elisz”, babilońskim eposie o stworzeniu świata, możemy przeczytać o epickiej walce boga Marduka z potworycą Tiamat, która uosabia pierwotny chaos poprzedzający stworzenie świata. Marduk pokonuje Tiamat, a z jej ciała tworzy znany Babilończykom świat z górami i rzekami. Archeolodzy przekonują, że historia ta była odczytywana na rozpraczenie każ-

Taka wizja sprawia, że kosmos staje się nie tylko przedmiotem zachwytu, lecz również lęku i niepokoju. Świat, który widzimy, jest wynikiem nietrwalej równowagi między porządkiem i zepsuciem. Nawet najbardziej prozaiczne budowle wznoszone przez kamieniarzy okazują się twierdzami, na które chaos naciera w postaci ulew, śnieżyc i upałów. Uprawa roli to wojna z chaosem, który przybywa do nas w postaci głodu i niedostatku. Państwa zabezpieczają nas przed chaosem, którym jest – by powtórzyć słynne sformułowanie Thomasa Hobbesa – „wojna wszystkich przeciw wszystkim”. Zresztą wieloznaczne greckie słowo „kosmos” od początku mogło znaczyć także „porządek społeczny”, a więc rządy czy urządzenie. W tym znaczeniu posługiwał się nim na przykład Tukidydes.

Przypadek to domena chaosu.

Czynnik szpetny, rozbijający wzory.
Wróg piękna i dobra. Znienawidzony
przeciwnik uzdrowicieli, astrologów
i alchemików.

dego nowego roku. Nie tylko jako przypomnienie najodleglejszej przeszłości, lecz jako wskazówka moralna – przepis na kolejne dobre dwanaście miesięcy. (Babilończycy uwielbiali liczbę dwanaście, dostrzegali ją wszędzie!). Proces stworzenia świata staje się tym samym paradygmatem – wzorem do naśladowania dla każdego wierzącego. Chaos nie został pokonany raz na zawsze. Czai się gdzieś tam – w głębinach, w podziemiach, na rubieżach naszego świata – gotów w każdej chwili powrócić i zaatakować kosmos.

Podobne rozumienie kosmosu jako zobowiązania moralnego wyczytać możemy u Platona i neoplatoników. Piękno i dobro otaczającego nas świata łączy się z boskim intelektem Stwórcy, który chaos materii ukształtował w szlachetny porządek.

Ten akt mogą i muszą powtarzać ludzie – od rzemieślników, przez rolników, aż po rządzących. Wiele z tych koncepcji przejęła potem filozofia chrześcijańska.

To prowadzi nas do kolejnego znaczenia kosmosu, jako przestrzeni wspólnej. Tego, co łączy „naszych” i wyklucza „obcych”.

My i oni

Heraklit nauczał, że „ci, którzy czuwają, mają kosmos wspólny”, sugerując w domyśle, że każdy ze śpiących znajduje się w swym własnym, oddzielnym świecie. To właśnie ta intersubiektywność jest kluczową różnicą między snem a jawą. Wspólny kosmos oznacza dla śmiertelników także wspólny logos – sens, rozum, zasady, prawdę... Kosmos to więc po prostu to, względem czego jesteśmy się w stanie dogadać. Na zewnątrz kosmosu – a więc w domenie chaosu – znajdują się (czasowo) śpiący, szaleńcy albo... barbarzyńcy.

Współczesna językowa intuicja ukształtowana przez zdjęcia z teleskopów i filmy z lądowania na Księżycu podpowiada nam, że kosmos jest gdzieś tam, daleko. Pierwotnie jednak słowo to oznaczało przede wszystkim właśnie



■ Peter Handke
**POZAZIEMSKIE
OCEANY**
CPress

Gdzie oni są?

DOSTRZEŻENIE w połowie XIX w. na powierzchni Marsa sieci kanałów rozpałiło wyobraźnię nie tylko naukowców, ale również opinii publicznej. Czy były dziełem wody? A może pozaziemskiej cywilizacji? Ostatecznie okazały się jedynie złudzeniem optycznym, nie zniechęciło to jednak do dalszych spekulacji dotyczących potencjalnego marsjańskiego życia. Dziś już wiemy, że na powierzchni Czerwonego Globu płynęła kiedyś woda. Dotychczas nie udało się odnaleźć żadnych dowodów na istnienie dawnego życia, a największe nadzieje na znalezienie pozaziemskich organizmów w Układzie Słonecznym wiążą się nie z Marsem, ale księżycami gazowych olbrzymów, pod powierzchnią których znajdują się oceany.

Ta książka zabiera czytelnika w podróż do tych najbardziej niezwykłych i tajemniczych miejsc w naszym kosmicznym sąsiedztwie. Autor pokazuje czytelnikom, w jaki sposób naukowcy korzystają z trzech rodzajów danych uzyskanych przez sondy kosmiczne – spektroskopowych, grawimetrycznych i magnetometrycznych – aby odkryć pozaziemskie oceany. Hand tłumaczy trudne koncepcje techniczne przy użyciu prostych przykładów i technologii znanych z codziennego życia, co pomaga w zrozumieniu podstawowych zasad fizyki wykorzystywanych w planetologii. Pokazuje też, jakie misje, które pomogą nam w dalszej eksploracji tych tajemniczych światów, są obecnie w przygotowaniu, a o jakich marzą astrobiolodzy.

© KK



■ Agnieszka
Krzezińska
**GROBY, GARNKI
I UCZENI**
Wydawnictwo
Literackie

Groby, garnki i wampiry

NIEMAL KAŻDY zainteresowany archeologią miał okazję sięgnąć po klasyczną książkę C.W. Cerama „Bogowie, groby i uczeni. Powieść o archeologii”. Dzięki niej wiele osób poznało bliżej historię odkrycia Troi, rozszyfrowywania hieroglifów czy sekrety grobowca Tutenchamona. Czerpiąc inspirację z książki Cerama, Agnieszka Krzezińska przygotowała podobną opowieść o najważniejszych odkryciach archeologicznych dokonanych w Polsce.

Nasz kraj nie jest może mekką dla archeologów, ale też nie mamy się czego wstydzić. Na ponad 350 stronach książki Krzezińskiej znajdziemy wystarczająco dużo treści, by docenić naszą przeszłość i jej różnorodność. Ilu z nas wie, że w Jaskini Obłazowej znaleziono paleolityczny bumerang, a w Bronocicach gliniane naczynie z najstarszym na świecie przedstawieniem wozu czterokołowego?

Książka ta to ponadto barwna opowieść o ludziach, którzy poświęcili życie badaniu przeszłości. Autorka przedstawia sylwetki i dokonania wielu polskich archeologów. Opisuje wyzwania i trudności, z jakimi musieli się zmagać w swojej pracy: brak funduszy, wojny czy cenzura. Przeprowadza czytelnika przez różne etapy historii: od najstarszych śladów obecności człowieka na polskich ziemiach po średniowiecze. Píše też o badaniu dołów kloacznych, pochówkach antywampirycznych, poszukiwaniu skarbów, archeologii podwodnej, paleogenetyce i archeologii cyfrowej.

© KK

→ to, co się znajduje tutaj. Środek kosmosu – pepek świata czy *axis mundi* – niemal zawsze znajdował się blisko, gdzieś w sercu naszego terytorium. To wokół naszego świętego wzgórza czy drzewa krążyły nie tylko ziemskie sprawy, lecz nawet planety i gwiazdy przytwierdzone do kolejnych sfer.

Ale, wracając na Ziemię, im dalej od tego wyobrazonego centrum, tym mniejszy porządek.

Bo czyż obcy mieszkający za granicą naszego królestwa nie zachowują się trochę jak śniący albo szaleńcy? Oczywiście dla nas rzeczy postrzegają inaczej, mówią niezrozumiałymi językami, nie dopełniają świętych obrzędów i spożywają pokarmy, które uznajemy za nieczyste. Jeszcze dalej, za krainami obcych, na rubieżach świata kosmiczny porządek rozsypuje się jeszcze bardziej. Żyją tam jednonodzy, psiogłowcy, kanibale i wszelkie monstra, których istnienie podsuwa nam wyobraźnia. Idea kosmosu pozwalała w ten sposób na uporządkowanie świata na płaszczynie poziomej. Blisko, wewnątrz – dobrze; daleko, na zewnątrz – źle.

Jednocześnie wyobrażenie kosmosu pozwala wielu kulturom dokonać stratyfikacji świata, a więc jego wartościowania na osi pionowej. Na górze jest niebo, w środku nasz, zwyczajny świat, na dole zaś jakiś rodzaj piekła. Eleazar Mielecinski, badacz mitów, streszcza powtarzającą się strukturę mitów kosmogonicznych następująco: „Przejście od bezkształtnego wodnego żywiołu do ładu pojawia się w mitach jako ważny akt, niezbędny do przekształcenia chaosu w kosmos. Następny krok w tym kierunku stanowiło oddzielenie nieba od ziemi. (...) Powtórzenie aktu ukierunkowanego za pierwszym razem w dół, a za drugim w górę doprowadziło do wyodrębnienia trzech sfer – ziemi, nieba i podziemi”.

Świat może być zbudowany z ciała pradawnej bestii lub rozwieszony na kosmicznym drzewie. Wszystkie te historie łączy jedno – łatwo znajdują przełożenie na wizje porządku społecznego. Kosmicznym poziomom odpowiadają wyższe i niższe kasty; lepsi i gorsi ludzie; ci, którym bliżej jest do nieba, i ci, którzy urodzili się bardziej związani z ziemskim żywiołem. Powołaniem jednych jest rządzenie lub modlenie się, losem drugich – ciężka praca.

Stare mity kosmogoniczne – wszystkie te dziwaczne walki z potworami – przetrwały bardzo długo i zyskały tak wiele postaci przede wszystkim dlatego, że stanowiły praktyczne narzędzie wymuszania i utrzymywania porządku społecznego. Myśląc o kosmosie, warto pamiętać, że nadawanie sensu światu i hierarchizacja ludzi to dwie strony tego samego medalu.

Wszyscy jesteśmy z kosmosu

Kosmos i chaos okazują się zatem kluczowymi figurami wyobraźni. Rozpowszechnienie lub równoległe wytworzenie się bardzo podobnych historii w niezwykle odległych kulturach może dowodzić dwóch rzeczy. Albo na początku świata faktycznie jakiś bóg pokonał pradawnego potwora, albo tak skrojona historia z jakiegoś powodu doskonale odpowiada na ludzkie potrzeby i świetnie sprawdza się jako „system operacyjny” kultury i społeczeństwa. Rozważmy drugą z tych możliwości.

Sporo intuicji w tej kwestii znaleźć można w książce „Prawy umysł” psychologa moralności Jonathana Haidta. Haidt przywołuje wyniki licznych badań potwierdzających, że niezwykle silne emocje odczuwane w reakcji na świętokradztwo, podważanie autorytetu, nieojalność czy zniewolenie są kulturowymi uniwersaliami – fundamentami różnorodnych „matryc moralnych”, które obserwujemy w systemach etycznych i religijnych na całym świecie. Lęk przed chaosem i zachwyty pięknem kosmosu to jedna z takich źródłowych emocji. Każdy z nas na swój sposób wsłuchuje się w muzykę sfer, każdy po swojemu szuka ukrytych sensów i powtarza walkę Marduka z Tiamat, od czasu do czasu wszyscy czujemy też potrzebę obrony naszego świata przed jakimś rodzajem barbarzyńcami. Opowiadamy różne mity i słuchamy odmiennej muzyki, ale łączy nas potrzeba wypatrywania sensu i wsłuchiwanie się we współbrzmienia.

Kosmos nie jest „ostateczną granicą”, celem naszych marzeń i podróży. Nie jest przyszłością ludzkości, lecz ojczyzną, z której wszyscy przybyliśmy. Nasi przodkowie osiedlili się w kosmosie dawno, dawno temu, na długo przed tym, jak greccy filozofowie ukuli tę poręczną nazwę.

© MARCIN NAPIÓRKOWSKI

Wszechświat nas zaskoczy

DAVID GRINSPON, ASTROBIOLOG:

Zawiedliśmy się na planetach, bo nie spełniały naszych naiwnych oczekiwań. Ale dziś wiemy, że w kosmosie istnieje wiele miejsc przyjaznych życiu. Nawet niedaleko.

MICHAŁ GIKOWSKI: W 2015 r. Ellen Stofan, główna doradczynie naukowa NASA, przewidywała, że w ciągu 10 lat znajdziemy mocne przesłanki istnienia życia poza Ziemią. Mamy już potrzebną technologię i wiedzę. Ale kończy się nam czas, zostały tylko dwa lata!

DAVID GRINSPON: Ellen to znakomita uczona i moja dobra przyjaciółka. Mam podobne przemyślenia jak ona, ale stawianie prognoz z określonymi ramami

czasowymi jest ryzykowne. Sądzę, że jesteśmy na dobrej drodze do dokonania takiego odkrycia. Ale nie traktowałbym konkretnej daty zbyt poważnie.

Jak blisko jesteśmy?

Badamy albo będziemy wkrótce badać miejsca, które zgodnie z naszą wiedzą mogą być przyjazne życiu. Jednym z nich jest Europa, księżyc Jowisza. Pod lodową pokrywą skrywa największy ocean Układu Słonecznego i zdaje się

mieć wszystko, czego potrzebuje życie. Dwie misje, europejska i amerykańska, zaczną ją badać w ciągu dekady. Jeśli są tam jakieś oznaki życia, mamy szansę je wychwycić. Mamy też misje na Wenus, a jestem wielkim fanem możliwego życia w chmurach tej planety. Inna misja zbada Tytana – księżyc Saturna. Odkrywamy też zadziwiające planety pozasłoneczne. Galaktyka jest ich pełna. Będę jednak ostrożniejszy niż Ellen i powiem, że znalezienie życia może nastąpić w ciągu ↪



■ *Dean R. Lomax, Bob Nicholls*
JAK NAPRAWDĘ ŻYŁY DINOZAURY
Prószyński i S-ka

Życie zakłęte w kamień

JAKIE BYŁY codzienne zwyczaje dinozaurów i innych prehistorycznych zwierząt? Czy żyły samotnie, czy w stadach? Jaka była ich dieta? Jak radziły sobie w przypadku chorób? Czy opiekowały się młodymi – i jak to robiły? Czy składały jaja, czy też były zwierzętami żyworodnymi?

Szukając odpowiedzi na te pytania, autor przedstawia najbardziej spektakularne znaleziska paleontologiczne związane z wymarłymi zwierzętami – nie tylko z dinozaurami. W rzeczywistości więc jest to opowieść nie tyle o prehistorycznych gadach, co o całej paleontologii.

Jednym z najbardziej fascynujących znalezisk opisywanych w książce jest skamielina odkryta podczas pewnej polsko-mongolskiej wyprawy paleontologicznej na pustynię Gobi. Aż trudno uwierzyć, że w zapisie kopalnym mogła zastygnąć para walczących dinozaurów – drapieżnego welociraptora i roślinożernego protoceratopsa. Z lektury dowiemy się też, ile złamań naliczyli paleontolodzy na szkieletie słynnego tyranozaura Sue i jak mogło wyglądać jego życie i śmierć. W zamykającej książkę „kronice osobliwości” spotkamy zaś zachwycające skamieliny, które nie mieszczą się w żadnym z omówionych wcześniej tematów (znajdziemy tam np. utrwalone w bursztynie mrówki... puszczające gazy albo skatę, na którą nasikał dinozaur). Lomax umiejętnie balansuje między naukową skrupulatnością a żywą, popularnonaukową narracją. Ozdobą książki są ilustracje wykonane przez Boba Nichollsa.

© KK

⇒ najbliższych dziesięcioleci. Postęp na tym polu jest jednak powodem do optymizmu.

Są ludzie, którzy uważają, że astrobiologia jest jak nauka o jednorozcach. Zajmujemy się czymś, co może w ogóle nie istnieć.

Spotkałem się ze stwierdzeniem, że astrobiologia to nauka bez przedmiotu. Tymczasem my mamy przedmiot badań: długą historię życia na Ziemi. Ogromna część naszej planety jest dziełem żywych istot. Nie da się badać historii Ziemi bez zgłębiania wpływu, jaki na planetę wywarło życie. To właśnie jest cel astrobiologii: zrozumienie tego, jak planety i biosfery wpływają na siebie, i próba wyciągnięcia ogólnych wniosków, które można zastosować poza Ziemią. To wszystko pozwala nam też lepiej zrozumieć, jak działają planety. A musimy to zrozumieć, bo zamieszkujemy planetę, która szybko się zmienia. Astronomia pozwala nam lepiej pojąć nasz własny, planetarny dom i rolę, jaką odgrywamy w nim my sami.

Z astrobiologią jest jak z feniksem. Zaczęliśmy od wielkiego entuzjazmu, od szukania kanałów na Marsie, ale kiedy nasze sondy poleciały na inne planety, entuzjazm zniknął i zaczął się odradzać wiele lat później.

Nasz sposób myślenia o możliwości istnienia życia w kosmosie oscylował między dzikim optymizmem a głębokim pesymizmem. Naukowcy sądzili, że Wenus i Mars są podobne do Ziemi, że Wenus jest rodzajem tropikalnej bliźniaczki naszej planety. Już pierwsza sonda, która tam dotarła, pokazała, że Wenus to piekło bez wody, z temperaturami sięgającymi 500 stopni. Zawiedliśmy się na planetach, bo nie spełniały naszych naiwnych oczekiwań, co doprowadziło do dziesięcioleci pesymizmu. Ale to się zmieniło. Zaczęliśmy lepiej poznawać życie na samej Ziemi. Odkryliśmy organizmy zwane ekstremofilami, które pokazały, że życie może istnieć i kwitnąć w znacznie szerszym zakresie warunków, niż to sobie wyobrażaliśmy. Zrozumieliśmy, że miejsc w kosmosie, na których może istnieć życie, jest dużo.

Jak mawiał Ian Malcolm z Parku Jurajskiego: „życie znajduje drogę”.

Ale może to наша wyobraźnia nie radzi sobie ze wszystkimi formami, jakie jest w stanie ono przybrać.

My, astrobiolodzy, staramy się zrozumieć uniwersalne cechy życia, jego uniwersalne granice. To trudne, bo znamy tylko jedną biosferę. Pojawia się problem filozoficzny. Jak możesz szukać czegoś, czego w zasadzie nie możesz zdefiniować? A nie możesz zdefiniować życia, gdy masz tylko jeden jego przykład. Więc szukamy czegoś, czego nie możemy zdefiniować i będziemy w stanie to zdefiniować dopiero, kiedy to znajdziemy. Paradoxs. Robimy postępy, ale kwestia tego, jak ogranicza nas własna wyobraźnia, to wciąż bardzo interesujące pytanie.

Weźmy jeden przykład: czy może istnieć życie, które nie jest oparte na węglu? Całe życie na Ziemi opiera się na nim i zwykle, gdy szukamy życia gdzie indziej, nadal szukamy czegoś podobnego, bo takie życie najłatwiej nam sobie wyobrazić. Naukowcy starali się stworzyć w laboratoriach alternatywne systemy, ale wciąż nie wymyślili niczego, co działa równie dobrze. Ale czy jest to ograniczenie dla wszechświata, czy tylko dla nas samych? Być może wszechświat wymyślił gdzieś coś, czego sobie nie wyobrażaliśmy?

Gdzie zgodnie z obecną wiedzą nie ma sensu szukać życia? Gdzie jest niemożliwe?

Czymkolwiek życie jest, jakkolwiek je zdefiniujemy, to trudno uciec od konkluzji, że jest czymś, co zużywa energię. Wykorzystuje źródło i przepływu energii oraz składniki odżywcze, aby się rozwijać.

Miejsca niedostępne dla życia to te, w których nie ma przepływu energii i składników odżywczych. Nie zawracałbym sobie głowy powierzchnią Merkurego, ponieważ to tylko goła skała. Dostaje ciepło od Słońca, ale nic się tam nie zmienia. Wykluczyłem też każde miejsce zamrożone na kość. Ale niektóre miejsca we wszechświecie na pozór wpisujące się w te kategorie okazały się pełne niespodzianek. W 2015 r. dotarliśmy z misją New Horizons na Plutona i odkryliśmy zmieniające się, płynne środowisko z własnym źródłem energii. Trzeba być ostrożnym, mówiąc, że jakieś miejsce jest niedostępne dla życia.

Skoro mówiliśmy o wyobraźni: Pan miał się jej od kogo uczyć. Dorastał

Pan w otoczeniu legendy science fiction Isaaca Asimova i astronoma oraz popularyzatora nauki Carla Sagana.

Obaj byli ważnymi osobami w moim życiu. Kiedy jesteś dzieckiem, nie sądzisz, że w twoim otoczeniu jest cokolwiek niezwykłego. Więc wujek Carl, przyjaciel mojego ojca, który często nas odwiedzał, jeździł z nami na wakacje, był po prostu normalną częścią mojego świata. Przychodził do nas z najnowszymi zdjęciami Marsa, z zaraźliwym entuzjazmem opowiadając o eksploracji planet, w którą był zaangażowany. Uważałem, że robi naprawdę fajne rzeczy i może też mógłbym je robić. A potem, w dorosłym życiu, miałem okazję z nim współpracować, co było wspaniałym doświadczeniem.

Isaac Asimov był częściowo odpowiedzialny za moją fascynację fantastyką naukową. Moja babcia była jego sekretarką, gdy wykładał na Boston University, a on sam często nas odwiedzał. W mojej głowie nie było rozdziału na naukę i fantastykę naukową.

Dobra fantastyka zawsze zadaje pytania o naturę życia i naszą zdolność do jego rozpoznania. Choćby w „Solaris” Stanisława Lema. Czy będziemy w stanie rozpoznać życie, gdy je zobaczymy?

Lem jest jednym z moich ulubionych pisarzy. Doskonale stawiał takie pytania i pokazywał absurd naszych prób udawania, że coś wiemy o wszechświecie w obliczu skali naszej ignorancji. Idea, że możemy znaleźć życie i nawet go nie rozpoznać, jest dla mnie naprawdę fascynująca. Wszechświat może nie spełniać naszych oczekiwań. Znajdziemy rzeczy, które nas zaskoczą. Jako astrobiolodzy powinniśmy być tego świadomi. Powinniśmy wszyscy czytać Lema.

Wybermy się więc na wycieczkę po Układzie Słonecznym w poszukiwaniu życia. Ustaliliśmy już, że na Merkurym nie ma czego szukać.

Powinienem być ostrożniejszy. Nawet na Merkurym znaleźliśmy coś dziwnego. W kraterach w pobliżu biegunów jest jakiś dziwny lotny materiał, który wydaje się zawierać siarkę. To ciągle za mało, żeby Merkurę trafił na szczyt mojej listy, ale coś jednak tam się dzieje. A ponieważ wcześniej rozmawialiśmy o *science fiction*,

muszę wspomnieć Kurta Vonneguta. W „Syrenach z Tytana” w jaskiniach we wnętrzu Merkurego żyją podobne do nietoperzy stworzenia, które żywią się energią sejsmiczną. Nie twierdzę, że jest tam coś takiego, ale nie wykluczam tego całkowicie.

Wenus, jak już Pan mówił, miała być drugą Ziemią. Potem okazała się piekłem, ale teraz znów jest obiecująca.

Na powierzchni Wenus panują temperatury, w których nie może powstać żadna złożona cząsteczka organiczna. Ale kiedyś Wenus była o wiele bardziej podobna do Ziemi. Jednym z głównych zadań misji, które na nią polecą, będzie ustalenie tego, co właściwie tam się stało. Jak długo istniały tam oceany? Czy mogło powstać w nich życie, a jeśli tak, to co się z nim stało? Jedną z możliwości, którą promuje od jakiegoś czasu, jest to, że życie może do dziś istnieć w chmurach Wenus. Bo tam pogoda jest raczej umiarkowana. Panuje temperatura i ciśnienie zbliżone do tych z powierzchni Ziemi, mamy interesujące cykle i reakcje chemiczne. Chmury składają się jednak ze stężonego kwasu siarkowego i dopiero się okaże, czy cokolwiek może przetrwać w tym środowisku. W Nowej Zelandii jest prywatna firma o nazwie Rocket Lab, która w 2025 r. chce tam wysłać pierwszą prywatną misję międzyplanetarną. Jeśli się uda, będziemy mieli mały instrument, który zbada chmury i poszuka w nich śladów chemii organicznej.

Słyszałem o tym, że na chmurach Wenus pojawiają się i zanikają dziwne wzory, podobne do zakwitów glonów.

W mojej pierwszej książce, „Venus Revealed”, pisałem o tych ciemnych plamach i o dziwnym zjawisku, do którego dochodzi w chmurach. Jest tam coś, co pochłania ogromne ilości ultrafioletu. Ponad połowę promieniowania, które dociera do planety.

Można sobie wyobrazić, że to jakiś biologiczny pigment dostarczający energii żywym istotom, które rosną i tworzą coś podobnego do zakwitów glonów. Ten pomysł został niedawno podchwycony przez kilku badaczy, którzy zaczęli modelować to zjawisko. Nie powiedziałbym, że to bardzo prawdopodobny scenariusz →



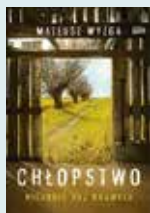
■ **Camilla Pang**
JAK DZIAŁAJĄ
LUDZIE
Grupa
Wydawnicza
Relacja

Umysły są różne

WIĘKSZOŚCI LUDZI zrozumienie innych osób przychodzi zaskakująco łatwo – co wcale nie jest łatwo wyjaśnić naukowcom. W jaki sposób rozpoznajemy twarze? Jak wychwytyjemy subtelności wyrażone mimiką? Dziś nasza wiedza na te tematy jest już dość bogata. Wiemy też, że są osoby, które z takimi zadaniami radzą sobie z dużym trudem. Jedną z nich jest autorka tej książki. Jest osobą z autyzmem, wykazuje ADHD, zdiagnozowano jej także zespół łęku uogólnionego. Opowiada o tym, jak sama starała się zrozumieć siebie i ludzi dookoła. Od dziecka miała problem z nawiązywaniem kontaktów społecznych, co umacniało w niej przekonanie o inności. Trudność sprawiało jej zrozumienie emocji, ironii czy sarkazmu. Gdy miała osiem lat, rozpoznano u niej autyzm. Diagnoza stała się początkiem drogi do radzenia sobie z deficytami poznania społecznego czy uwagi. Jej przewodniczką stała się nauka. Zafascynowana biologią molekularną i biochemią zaczęła analizować ludzi jak skomplikowane układy chemiczne i fizyczne. Stworzyła własny system reguł i wzorców, które pomagały jej lepiej interpretować zachowania innych i dostosowywać się do różnych sytuacji.

Ale to książka nie tylko o życiu osoby nieneurotypowej. Autorka wyjaśnia, jakie czynniki wpływają na nasze decyzje, emocje, osobowość i zdrowie. Przedstawia też swoją własną teorię o tym, jak ludzie mogą współpracować i komunikować się ze sobą w harmonii i szacunku.

© KK



■ **Mateusz Wyżga**
CHŁOPSTWO
Znak Horyzont

Chłop – to brzmi dumnie

W OSTATNICH LATACH ukazało się u nas sporo publikacji z nurtu historii ludowej – temat widocznie wywołuje żywe zainteresowanie. Ta książka – napisana z pasją, erudycją i nostalgią – nie jest syntezą historii polskiego chłopstwa. Autor postawił sobie inny cel: zastąpić powszechny u nas kompleks związany z wiejskim pochodzeniem dumą z niego. Drogą do tego jest poszukiwanie odpowiedzi na takie pytania jak: czym było chłopstwo w przeszłości i czy nadal istnieje; co sprawia, że w naszym społeczeństwie istnieje mechanizm wypierania się wiejskiego pochodzenia? Znajdziemy tu także fascynującą opowieść o życiu codziennym chłopów na przestrzeni wieków. Dowiemy się, jak wyglądały ich rodziny, jak pracowali na roli i w gospodarstwie, jakie mieli zwyczaje i wierzenia, jak się bawili i świętowali. Poznamy walki i bunty przeciwko uciskowi feudalnemu i pańszczyźnianemu, ich udział w powstaniach narodowych i ruchach społecznych. Zobaczymy, jak chłopstwo zmieniało się pod wpływem reform agrarnych, industrializacji i urbanizacji, a także jak reagowało na wyzwania XX w.: wojny światowe, komunizm i transformację ustrojową. Wbrew popularnej narracji autor nie widzi historii polskiego chłopstwa jako nieustannego ucisku (niewiele różniącego się od niewolnictwa) i ciągu nieszczęść. Prezentowany przez niego obraz jest znacznie bardziej zniuansowany.

© KK

→ ani nawet element głównego nurtu, ale jest rozważane w literaturze.

**Kontynuujemy wycieczkę. Zanim do-
trzymamy na Marsa, wracamy do domu.
Kwestia istnienia życia na Ziemi
została rozstrzygnięta już jakiś czas
temu.**

Wciąż zmagamy się z pytaniem, czy na Ziemi istnieje inteligentne życie.

A co z Księżycem?

Umieściłbym go na liście najmniej obiecujących miejsc, bo niewiele się tam dzieje. To jest skała. Księżyc jest jednak bardzo interesujący dla astrobiologii, ponieważ jest kluczem do zrozumienia wczesnej historii Układu Słonecznego i wczesnej historii Ziemi. Można się tam wiele nauczyć, ale nie sądzę, że znajdziemy na nim życie.

**Czeka więc na nas planeta, która od
dziesięcioleci jest numerem jeden
dla poszukiwaczy życia. Ale Pan
jest sceptyczny. W jednej z książek
parafrazował Pan skecz o martwej
papudze grupy Monty Pythona
pisząc, że „Mars zginął, kopnął
w kalendarz, to eks-biosfera”.**

Mars ma naprawdę ciekawą przeszłość i jest doskonałym miejscem do poszukiwania skamielin. Widzimy tam wiele śladów pozostawionych przez ciekłą wodę. Byłoby dziwne, gdyby Mars nigdy nie miał życia. Czy życie istnieje tam dziś? To ciekawa kwestia, bo istnieją tam obiecujące środowiska. Nie na powierzchni, która jest zimna, wyschnięta i napromieniowana. Pod ziemią, gdzie jest cieplej, prawdopodobnie jest woda, a skały dają ochronę przed promieniowaniem, coś mogło przetrwać. Jestem jednak przekonany, że tak nie jest.

Dlaczego? Tutaj duży wpływ wywarło na mnie coś, co nazywa się hipotezą Gai. To idea mówiąca o tym, że życie na Ziemi stanowi globalną całość. Życie nie istnieje jako odizolowane organizmy i środowiska. To system sprzężeń zwrotnych i globalnych cykli. Gdybyś był Marsjaninem szukającym życia na Ziemi, nie musiałbyś nawet lądować. Wystarczy skierować teleskop w naszą stronę, by zobaczyć tlen i metan. Ślady tego, jak życie zmieniło atmosferę Ziemi, właściwości jej powierzchni. A jeśli chodzi o Marsa, atmosfera wygląda na martwą.

Odkryliśmy tam dziwne pióropusze metanu.

To słuszna uwaga. Znaleźliśmy na Marsie odrobinę metanu. Jeśli jest tam życie, ten metan mówi nam „hej, jestem tutaj”. Ale dowody są słabe. Nadal trwa spór, czy metan naprawdę tam jest. A wykryte ilości są tak małe, że można wyjaśnić je inaczej. Przede wszystkim jednak dla mnie Mars nie wygląda na planetę opanowaną przez życie jak Ziemia. Pisałem wielokrotnie o czymś, co nazywam hipotezą żywych światów. Chodzi o to, że jeśli życie istnieje na jakiejś planecie, to prawdopodobnie jest ona przez nie zupełnie opanowana. Czy planeta może być tylko trochę żywa? Nie sądzę. Wierzę, że planeta jest albo tak żywa, jak Ziemia, albo całkowicie martwa. Jeśli tak, to Mars jest całkowicie martwy. Cieszę się, że szukamy życia na Marsie. To test dla mojej hipotezy. Znalezienie ocalałego życia na Marsie pokazałoby, że się myliłem. A nie przychodzi mi do głowy wiele spraw, w których wolałbym się bardziej mylić.

**Ostatnio poszukiwania życia na
Marsie padły jednak ofiarą geo-
polityki. Europejski łazik Rosalind
Franklin nie poleciał tam, ponieważ
ESA wstrzymała współpracę z Rosyjską
Agencją Kosmiczną.**

To ważna kwestia. Dlaczego w ogóle to robimy, skoro mamy tak wiele potrzeb tu, na Ziemi? Lubię myśleć, że w naszych badaniach jest aspekt nadziei, że koncentrujemy się na przyszłości i że badania kosmosu to z natury globalne przedsięwzięcie, bez względu na to, kto płaci rachunek za daną misję. Docieramy na inne planety jako emisariusze rasy ludzkiej i planety Ziemia. Możemy też spojrzeć na to, czego się nauczyliśmy, jeśli chodzi o zmiany klimatu czy nawet groźbę zimy nuklearnej. Wiemy, jak modelować zimę nuklearną dzięki badaniom burz piaskowych na Marsie. Studiując inne planety, dowiadujesz się zaskakujących rzeczy o Ziemi. Ale są granice tego, ile zasobów powinniśmy na nie poświęcić w obliczu problemów na Ziemi. Dlatego jestem wielkim fanem robotycznej eksploracji, ponieważ pozwala ona osiągnąć więcej za stosunkowo mniejsze sumy.

**Kontynuujemy podróż w stronę
wnętrznego Układu Słonecznego.
Trafiamy na pas asteroid. Czy jest**

tam coś wartego uwagi, czy możemy go pominąć?

Jest fascynujący z perspektywy prób zrozumienia historii Układu Słonecznego, ale są o wiele lepsze miejsca do poszukiwania życia. Chociaż największa asteroida, Ceres, wykazuje zaskakującą aktywność, a nawet oznaki sugerujące, że na jej powierzchnię z głębin przedostaje się woda.

Zajrzyjmy na Jowisza i jego księżyce. Sama planeta wydaje się najmniej interesującą częścią tego systemu.

Tak, chociaż rozmawialiśmy o życiu w chmurach Wenus. Wiele lat temu Carl Sagan napisał serię spekulatywnych artykułów na temat tego, że w chmurach Jowisza może istnieć rodzaj życia, ponieważ zachodzą w nich interesujące reakcje chemiczne i interakcje. Pierwsze miejsce, na które musimy spojrzeć, to jednak Europa. Jedno z najlepszych miejsc w Układzie Słonecznym do poszukiwania życia. Ma wszystko, czego naszym zdaniem potrzeba. Wodę, źródła energii. Prawdopodobnie ma materię organiczną przenikającą przez lód. Jeśli naprawdę rozumiemy warunki wymagane do życia, powinno ono istnieć na Europie.

To nie tylko Europa. Podobnych miejsc w systemie Jowisza jest kilka.

Europa jest kusząca, ponieważ tamtejszy lód jest cienki. Możemy sobie wyobrazić jakieś urządzenie, które przetopi zamrożoną pokrywę i dotrze do oceanu. Ale są też Ganimedes i Kalisto, dwa inne lodowe księżyce, które prawdopodobnie mają własne oceany. Jest jeszcze Io, czyli wulkaniczny księżyc, który nie ma wody w stanie ciekłym, ale z pewnością jest bardzo aktywny i ma interesującą chemię. Można sobie wyobrazić, że jakaś forma biochemii mogłaby tam wyewoluować, korzystając z tej aktywności, opierając się choćby na siarce.

Czas na Saturna.

Szczególnie ciekawe są tam dwa księżyce. Pierwszym jest Tytan – jedyne miejsce w Układzie Słonecznym inne niż Ziemia, które ma trwałe zbiorniki płynu na powierzchni. Pod wieloma względami jest podobny do Ziemi, ale jest zbudowany z zupełnie innej materii. Ma jeziora i oceany z ciekłego metanu, ma góry z lodu. Są tam chmury i opady desz-



Byłoby dziwne, gdyby Mars nigdy nie miał życia. Ale dziś planeta wygląda na całkowicie martwą.

czy, a nawet wydmy zbudowane z materii organicznej. Czy może tam być coś żywego? Na powierzchni nie ma ciekłej wody, jest jednak płynny metan. Wielu ludzi zastanawiało się, czy może istnieć tam jakiś rodzaj życia, którego jeszcze sobie nie wyobrażaliśmy. Inną ciekawą cechą Tytana jest to, że prawie na pewno w jego wnętrzu znajduje się ocean wody. A to rodzi ciekawe pytanie. Skoro mamy mnóstwo substancji organicznych na zewnątrz i ciekłą wodę w środku, czy jest jakiś sposób, aby mieszały się ze sobą? Aktywność geologiczna jest na tyle duża, że w odpowiednio długiej skali substancje organiczne mogą przenikać do wody, co sprawia, że we wnętrzu Tytana może istnieć oparte na wodzie życie podobne do naszego, a na jego powierzchni jakiś inny, bardziej egzotyczny rodzaj, który wykorzystuje tamtejsze substancje organiczne. Wkrótce wyruszy tam misja o nazwie Dragonfly. Rodzaj drona, który będzie latał i pobierał próbki jezior i powierzchni. Jest na co czekać.

Innym ekscytującym miejscem w układzie Saturna jest Enceladus, mniejszy księżyc, który posiada ocean płynnej wody. Wypluwa wodę w przestrzeń kosmiczną przez gejzery. A to bardzo fajne, ponieważ można sobie wyobrazić, że mo-

żemy szukać tam życia nawet bez lądowania. Mógłbyś po prostu przelecieć przez te gejzery i sprawdzić, co jest w tym oceanie.

Opuszczamy Saturna i przenosimy się na zewnętrzne krańce Układu Słonecznego. Uran i Neptun miały być tylko gigantycznymi, lodowymi kulami z lodowymi księżycami, na których nie dzieje się nic ciekawego.

Odwiedziliśmy te planety tylko raz, kiedy w ich pobliżu przeleciała sonda Voyager 2. Wielu rzeczy o nich nie wiemy. A teraz, gdy badamy egzoplanety, odkrywamy, że tzw. lodowe olbrzymy to jeden z najpowszechniejszych rodzajów planet we wszechświecie. Jeśli chodzi o astrobiologię, jedynym miejscem w tych systemach, do którego naprawdę chciałbym wrócić, jest księżyc Neptuna Tryton. To stosunkowo duży, aktywny księżyc. Ma gejzery, jego powierzchnia jest młoda i stale się zmienia. A miejsca, w których dużo się dzieje, są potencjalnie interesujące biologicznie.

Ostatnia Pana książka mówi o następnym miejscu, do którego się wybieramy. Pluton miał być kompletnie martwy. A jednak, kiedy go odwiedziliśmy, wydawał się o wiele bardziej żywy niż Mars. Co nam to mówi o zewnętrznych krańcach Układu Słonecznego?

Po tym, jak sonda New Horizons dotarła do Plutona, niektórzy naukowcy mówili, że Pluton to nowy Mars. Na jego powierzchni zachodzą zmiany, obserwujemy dziwne interakcje między atmosferą a lodem. Azot, z którego się składają, stale paruje, skrapla się i porusza. To kolejny przykład miejsca, które uważaliśmy za martwe, bo zabrakło nam wyobraźni. Pluton jest w połowie skałą, a w połowie bryłą lodu. Skały mają naturalną radioaktywność i są źródłem ciepła. Jak się okazuje wystarczającym, by sprawić, żeby grube lodowce azotu zaczęły nadtapiać się i płynąć. Mamy więc aktywność geologiczną. Wydaje się też, że odkryliśmy na Plutonie dowody istnienia wewnętrznego oceanu. Możliwe więc, że we wnętrzu planety jest środowisko potencjalnie odpowiednie dla życia, a tego zupełnie się nie spodziewaliśmy. Byłoby wspaniale wrócić tam na dłużej, z sondą, która pozostawałaby na orbicie, a może nawet z lądownikiem. →

⇒ **Wróćmy na Ziemię. W jaki sposób badania tych odległych miejsc mogą wpłynąć na to, jak walczymy o zachowanie naszej planety?**

Astrobiologia rozważa związki między życiem a planetami, a to z kolei rozciąga się na związki między planetami a cywilizacjami. Weszliśmy w erę, którą nazywamy antropocenem. Epokę, w której ludzie stali się dominującą siłą geologiczną. Myśląc o sobie w geologicznej skali czasu, możemy zadać pytanie, co musi się stać, abyśmy stali się nie krótkotrwałym, destrukcyjnym zjawiskiem, a konstruktywną, integralną częścią planety. Czymś zupełnie nowym w tej erze jest fakt, że nie jesteśmy tylko nowym rodzajem siły geologicznej. Jesteśmy pierwszą siłą geologiczną, która jest świadoma swojego istnienia. Pytanie brzmi, czy potrafimy użyć tej świadomości do rozwiązywania problemów, które sami sobie stworzyliśmy?

Potrafimy?

Najgorszy scenariusz jest taki, że całkowicie znikniemy. Nie sądzę, żeby tak się stało. Najlepszym scenariuszem jest taki, w którym natychmiast zmadrzemy, przestaniemy używać paliw kopalnych i przestawimy się na alternatywne źródła energii. To też się nie wydarzy. Pójdziemy jakąś ścieżką między tymi skrajnościami. Sądzę, że za sto lat spojrzymy wstecz i powiemy: „Udało się nam, ale powinniśmy byli to zrobić szybciej”. Na dłuższą metę jestem optymistą, choć to nie znaczy, że nie martwię się zbyt wiele o kilka następnych dekad.

Minęło 550 lat od urodzin Kopernika. Czekają nas nowa rewolucja kopernikańska?

Tego się nie da przewidzieć. Ale jeśli się w końcu przekonamy, że wszechświat jest pełen życia, tak jak przekonaliśmy się już, że jest pełen planet, to będzie równie istotna rewolucja jak ta dokonana przez Kopernika.

© Rozmawiał MICHAŁ GIKOWSKI

DAVID GRINSPOON jest

astrobiologiem. Pracuje w Planetary Science Institute w Tucson w Arizonie. Doradzał w misjach NASA i ESA.

Materia: co to takiego?

MICHAŁ ECKSTEIN

Znalezienie bozonu Higgsa przed dziesięciu laty zwiędziło złotą erę odkryć w fizyce cząstek elementarnych. Szukając dalej, błądzimy w mroku.



ostatnie lata moich studiów z fizyki, ok. 2008-2009 r., miały w atmosferze wyczekiwania i podniecenia. W ośrodku CERN pod Genewą ruszał właśnie Wielki Zderzacz Hadronów (LHC) – największy i najpotężniejszy akcelerator cząstek, jakim kiedykolwiek dysponowaliśmy. Oczekiwania względem tego eksperymentu były co najmniej tak wielkie jak sama maszyna. Liczono na to, że uda się wreszcie upolować bozon Higgsa – ostatni brakujący element modelu standardowego cząstek elementarnych, czyli podstawowej teorii wyjaśniającej budowę materii. Istnienie tej cząstki pół wieku wcześniej przewidział Peter Higgs. Ale oczekiwania były znacznie większe: supersymetria, cząstki ciemnej materii, a może nawet superstruny i ukryte wymiary! LHC miał nam ukazać nową fizykę, której model standardowy byłby tylko przybliżeniem.

Jeden z moich wykładowców powiedział wtedy, że najgorszy możliwy scenariusz dla fizyki cząstek to jeśli uda się odkryć bozon Higgsa i... nic poza tym. Dziś, po kilkunastu latach działania LHC, wydaje się, że właśnie ten czarny scenariusz się zrealizował. Czy zatem poznaliśmy już wszystkie cząstki elementarne? Żeby spróbować odpowiedzieć na to pytanie, musimy najpierw prześledzić historię zgłębiania materii.

Atomy i substancje

W połowie V w. p.n.e. Leukippos z Abdery, wraz ze swym uczniem

Demokrytem, zaproponowali atomistyczną teorię materii. Według niej wszystkie ciała fizyczne są złożone z atomów – niepodzielnych, niezniszczalnych i niezmiennych cząstek poruszających się w próżni. Taka wizja materii była krytykowana przez Arystotelesa ze Stagiry, który koncepcję próżni uważał za horrendum. Głosił on, że obiekty składają się z substancji – uformowanej materii pierwszej. Owa materia pierwsza była mieszaniną podstawowych żywiołów (woda, ogień, powietrze, ziemia oraz tzw. piąty element), w której jednak nie da się wyodrębnić najmniejszych elementów. Taka materia miała cechy czysto potencjalne – mogła zostać czymkolwiek, w zależności od tego, jaka forma zostanie w niej „odciśnięta”.

W owym czasie nie było, oczywiście, możliwości empirycznej weryfikacji tych teorii – pozostawały one w domenie filozofii naturalnej. Czy to ze względu na niechęć do próżni, czy też zbyt mechanistyczny charakter atomizmu, wizja Arystotelesa zwyciężyła i na prawie 2 tys. lat stała się obowiązującym paradygmatem fizyki.

Choć zwolennikami atomizmu byli m.in. Kartezjusz, Boyle czy Newton, to dopiero na początku XIX w. angielskiemu uczonemu Johnowi Daltonowi udało się powiązać tę koncepcję z fizyką eksperymentalną. Teoria Daltona zakładała, iż atomy są niepodzielnymi i niezmiennymi, podstawowymi składnikami materii, których proporcje determinują własności związków chemicznych. ⇒



NATALIA POLASIK / MOONWATERPL

Natalia Polasik, „Untitled”, 2023 r.

⇒ W połączeniu z pracami innych badaczy, dotyczącymi cząsteczkowego opisu gazów, stworzyła ona podwaliny pod nowożytną chemię.

Tajemnicze promieniowanie

Pod koniec XIX w. Joseph John Thomson jako pierwszy postawił śmiałą hipotezę głoszącą, iż atomy nie są elementarnymi cząstkami materii. Zaproponował on tzw. model „ciasta z rodzynkami”, w myśl którego atomy składały się z jednorodnej dodatnio naładowanej substancji, w której tkwią poutykane elektrony – małe cząstki o ujemnym ładunku.

Model Thomsona został dość szybko obalony dzięki badaniom Hansa Geigera, Ernesta Marsdena i Ernesta Rutherforda nad rozpadem promieniotwórczym typu alfa. Potwierdziły one hipotezę Rutherforda, iż wewnątrz atomu znajduje się jądro, wokół którego orbitują ujemnie naładowane elektrony. Przy okazji pokazały one również, że promieniowanie typu alfa ma naturę cząstkową, a owe cząstki to jądra helu. Jądro wodoru – najlżejszego pierwiastka – Rutherford nazwał protonem.

W 1930 r. Walther Bothe i Herbert Becker odkryli nowy rodzaj promieniowania, które nie pasowało do żadnego ze znanych typów. Dwa lata później James Chadwick wykazał, że tworzą je neutrony – cząstki o masie zbliżonej do masy protonu, ale pozbawione ładunku elektrycznego. Jeszcze w tym samym roku jeden z ojców mechaniki kwantowej Werner Heisenberg oraz, niezależnie, ukraiński fizyk Dmytro Iwanenko zaproponowali, iż neutrony obok protonów stanowią budulec jądra atomowego.

W tym samym czasie pojawiły się trudności z promieniowaniem typu beta. W 1932 r. Carl Anderson badając promieniowanie kosmiczne odkrył cząstki, które zachowywały się jak elektrony, ale skręcały w przeciwną stronę pod wpływem pola magnetycznego. Anderson poprawnie zidentyfikował owe cząstki jako pozytony, cząstki antymaterii przewidzianej cztery lata wcześniej przez Paula Diraca. Kolejną zagadką było spektrum energii promieniowania beta, które nie zgadzało się z teorią. Odważne rozwiązanie zaproponował w 1930 r. Wolfgang Pauli, który postawił hipotezę, że część energii jest unoszona przez pewną nieznaną cząstkę

Kwarki i neutrino nieustannie

zmieniają swoją tożsamość za sprawą tzw. kwantowych oscylacji. Niewykluczone też, że neutrino może spontanicznie stać się antyneutrino.

nazwaną neutrino. Napisał przy tym: „Zrobiłem dziś coś, czego żaden teoretyk nigdy nie powinien robić – zaproponowałem istnienie cząstki, która nie zostanie nigdy zaobserwowana”. Okazało się, że „nigdy” w tym przypadku trwało raptem 26 lat, a za badania neutrino przyznano już cztery nagrody Nobla.

Czego nie da się zobaczyć

Dlaczego Pauli twierdził, że neutrino nie będzie się dało zobaczyć? Dlatego, że nie ma ono ładunku elektrycznego, a do tego jest bardzo lekkie – co najmniej kilka milionów razy lżejsze niż elektron. Powstaje zatem pytanie, w jaki sposób oddziałuje ono ze „zwykłą” materią? Fizycy przez ponad trzy dekady usiłowali opisać owe nowe „ślabe” oddziaływanie, a poprawny model odkryli pod koniec lat 60. ubiegłego wieku Sheldon Glashow, Abdus Salam i Steven Weinberg. Kluczowym przewidywaniem ich modelu było istnienie trzech nowych cząstek (bozonów W^+ , W^- i Z^0) pośredniczących w oddziaływaniu słabym. Triumf i nagroda Nobla przysły kilkanaście lat później, gdy w akceleratorze cząstek w CERN pod Genewą odkryto wszystkie trzy przewidziane cząstki.

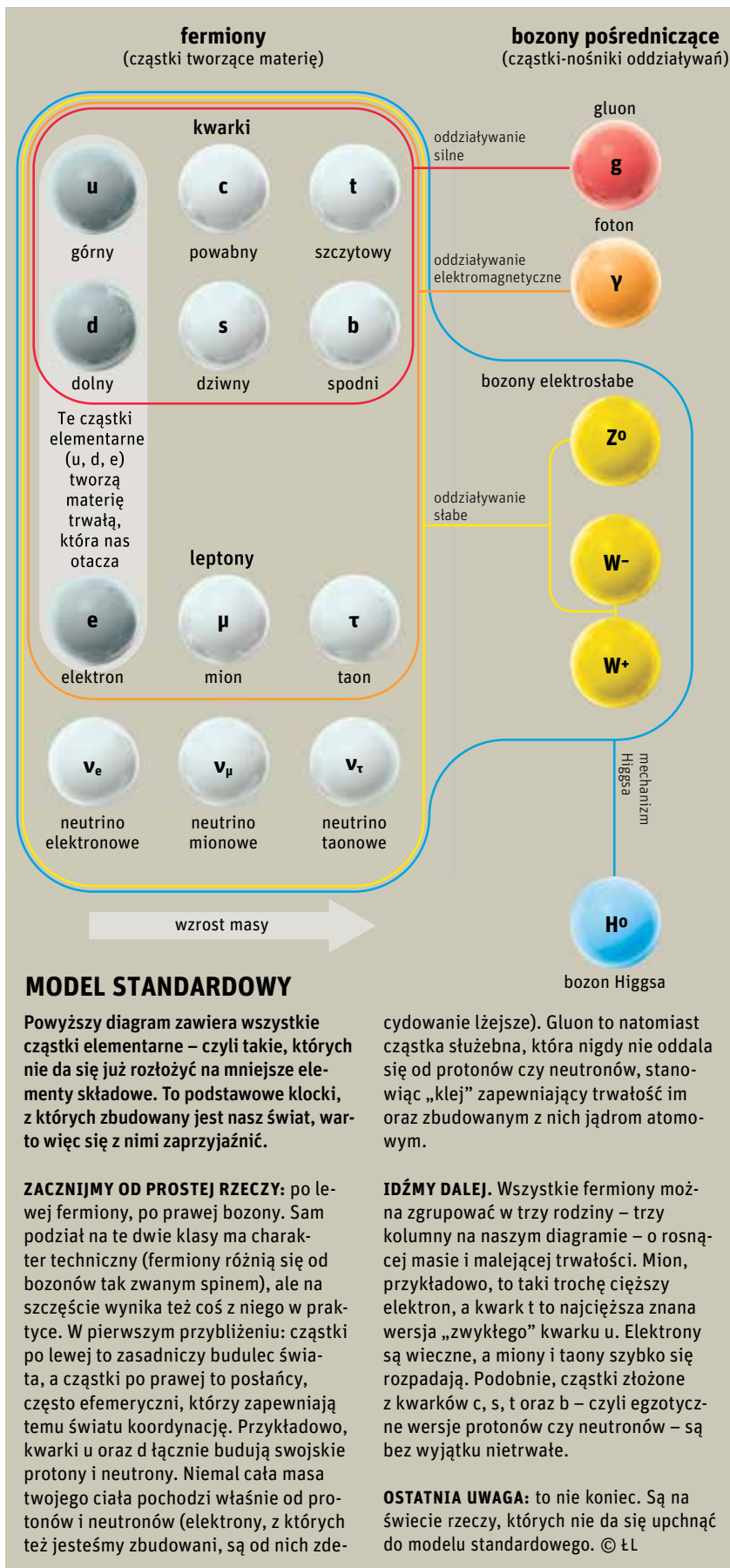
Pozostawał jednak problem: co trzyma razem protony i neutrony tworzące jądro atomowe? Oddziaływanie elektromagne-

tyczne odpycha protony od siebie, oddziaływanie jądrowe słabe zaś jest – jak sama nazwa wskazuje – zbyt słabe, żeby to odpychanie zrównoważyć. Na domiar złego, wraz z odkryciem promieniowania kosmicznego oraz uruchomieniem pierwszych akceleratorów i zderzaczy cząstek natrafiono na całe multum nowych cząstek: piony, miony, kaony, hiperony... Tę cząstkową stajnię Augiasza uporządkował Murray Gell-Mann (równoległe podobny model zaproponował George Zweig) przedstawiając kwarkowy model materii.

W pierwotnej wersji teorii Gell-Manna występowały trzy rodzaje kwarków: górny, dolny oraz dziwny. Pierwsze dwa stanowią budulec protonów oraz neutronów, trzeci zaś pojawiał się w nowych „dziwnych” cząstkach, takich jak kaony czy hiperony. Na późniejszym etapie rozwoju teorii do tej menażerii dołączyły jeszcze trzy nowe kwarki: powabny, spodni i szczytowy. Aby jednak wyjaśnić, w jaki sposób kwarki łączą się w protony i neutrony, potrzebujemy nowej siły fizycznej – oddziaływania jądrowego silnego, którego nośnikiem są gluony. Ma ono pewną tajemniczą własność, która prowadzi do „uwięzienia” kwarków. Otóż gluony działają niczym sprężyny: im bardziej dwa kwarki oddalają się od siebie, tym mocniej się przyciągają. Z tego powodu nigdy nie zaobserwujemy swobodnych kwarków ani gluonów, w przeciwieństwie do wszystkich pozostałych cząstek elementarnych.

Brakujące ogniwo

Gdy w latach 60. teoria słabego oddziaływania jądrowego dopiero się konstituowała, natrafiono na poważną niespójność w jej podstawach. Z jednej strony teoria wymagała, aby bozony W i Z nie miały masy (tak jak fotony i gluony), z drugiej jednak model Glashowa-Salama-Weinberga przewidywał bardzo konkretne wartości mas tych cząstek. W 1964 r. trzy grupy naukowców znalazły, zupełnie niezależnie, odpowiednie rozwiązanie. Jedną z owych grup była jednoosobowa, a tworzył ją niejaki Peter Higgs. Propozycja Higgsa, oprócz rozwiązania problemu teoretycznego, zawierała ponadto przewidywanie, iż powinna istnieć masywna cząstka elementarna, która oddziałuje ze wszystkimi innymi cząstkami obdarzonymi masą. ⇒



MODEL STANDARDOWY

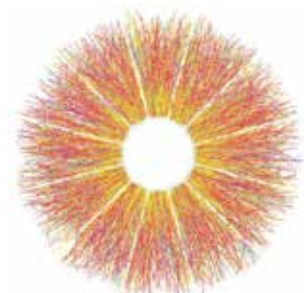
Powyższy diagram zawiera wszystkie cząstki elementarne – czyli takie, których nie da się już rozłożyć na mniejsze elementy składowe. To podstawowe klocki, z których zbudowany jest nasz świat, warto więc się z nimi zaprzyjaźnić.

ZACNIJMY OD PROSTEJ RZECZY: po lewej fermiony, po prawej bozony. Sam podział na te dwie klasy ma charakter techniczny (fermiony różnią się od bozonów tak zwanym spinem), ale na szczęście wynika też coś z niego w praktyce. W pierwszym przybliżeniu: cząstki po lewej to zasadniczy budulec świata, a cząstki po prawej to postać, często efemeryczni, którzy zapewniają temu światu koordynację. Przykładowo, kwarki u oraz d łącznie budują swojskie protony i neutrony. Niemal cała masa twojego ciała pochodzi właśnie od protonów i neutronów (elektrony, z których też jesteśmy zbudowani, są od nich zde-

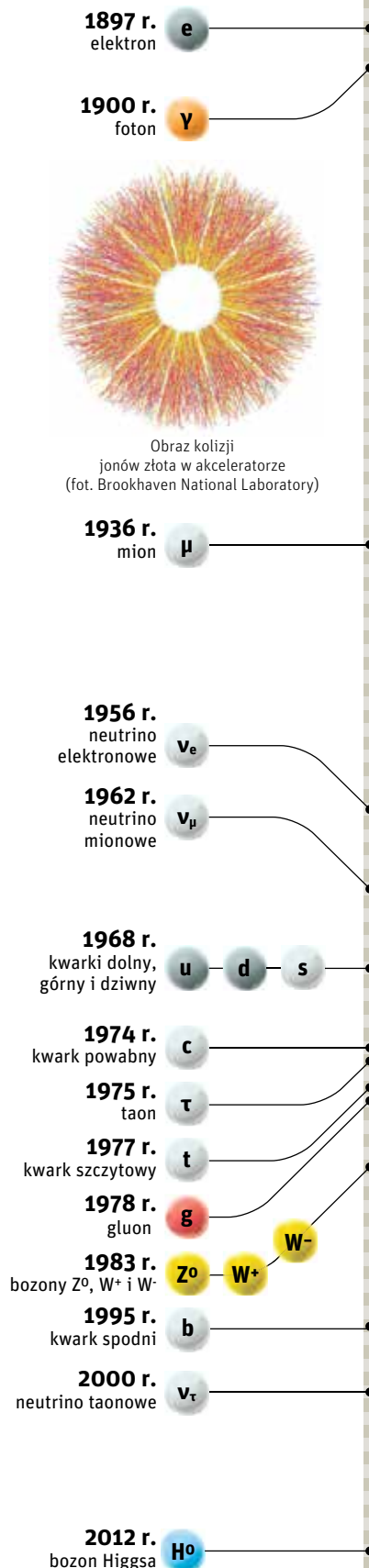
cydowanie lżejsze). Gluon to natomiast cząstka służebna, która nigdy nie oddala się od protonów czy neutronów, stając „klej” zapewniający trwałość im oraz zbudowanym z nich jądom atomowym.

IDŹMY DALEJ. Wszystkie fermiony można zgrupować w trzy rodziny – trzy kolumny na naszym diagramie – o rosnącej masie i malejącej trwałości. Mion, przykładowo, to taki trochę cięższy elektron, a kwark t to najcięższa znana wersja „zwykłego” kwarku u. Elektrony są wieczne, a miony i taony szybko się rozpadają. Podobnie, cząstki złożone z kwarków c, s, t oraz b – czyli egzotyczne wersje protonów czy neutronów – są bez wyjątku nietrwałe.

OSTATNIA UWAGA: to nie koniec. Są na świecie rzeczy, których nie da się upchnąć do modelu standardowego. © ŁL



Obraz kolizji jonów złota w akceleratorze (fot. Brookhaven National Laboratory)



⇒ Początkowo to rozwiązanie traktowano z rezerwą, lecz stopniowo zaczęto sobie zdawać sprawę z jego doniosłości. Pod koniec lat 90. mówiono już otwarcie o tym, że sprawdzenie, czy bozon Higgsa rzeczywiście istnieje, jest najważniejszym celem fizyki cząstek. Polowanie powiodło się dopiero w 2012 r., gdy wytoczono działo niespotykanego dotąd kalibru – Wielki Zderzacz Hadronów. Tym samym zdobyliśmy ostatnie brakujące trofeum i nasza galeria modelu standardowego cząstek elementarnych stała się kompletna.

Sześćdziesiąt jeden cząstek

Spójrzmy zatem, jaki obraz wyłania się z modelu standardowego. W pierwszym przybliżeniu cząstek elementarnych jest równo trzydzieści: 6 kwarków, 6 leptonów, 5 bozonów i 13 antycząstek. Jest jednak dodatkowa komplikacja: kwarki i antykwarki powinniśmy liczyć potrójnie ze względu na trzy możliwe wartości ich ładunku silnego zwanego kolorem. Z tego samego powodu gluony występują w 8 możliwych rodzajach. To daje nam *de facto* 61 różnych cząstek, które uznajemy za elementarne.

Niektóre z cząstek elementarnych, w szczególności bozony Higgsa, W i Z są niestabilne, to znaczy rozpadają się spontanicznie – na takiej samej zasadzie jak pierwiastki radioaktywne. Bozon Higgsa żyje średnio zaledwie 10^{-22} sekundy (jedna tryliardowa mrugnienia okiem), a bozony W i Z jeszcze tysiąc razy krócej. Oznacza to, że żadnej z tych cząstek nie zaobserwowaliśmy (i może nigdy nie zaobserwujemy) bezpośrednio. Wiemy o ich istnieniu jedynie na podstawie produktów rozpadu, które doskonale zgadzają się z przewidywaniami teorii.

Na domiar złego kwarki i neutrino nieustannie zmieniają swoją tożsamość za sprawą tzw. kwantowych oscylacji. Przykładowo, spośród neutrin elektronowych emitowanych przez Słońce około połowy melduje się na Ziemi jako mionowe albo taonowe. Żeby było jeszcze ciekawiej, nie jest wykluczone, że neutrino może spontanicznie stać się antyneutrinem, choć takiego zjawiska dotąd nie zaobserwowano.

Wreszcie, masy cząstek elementarnych rozpinają się na 12 rzędach wielkości. Najlżejsze neutrino są przynajmniej bilion razy lżejsze od najcięższej cząstki –

A może w fizyce dotarliśmy

do granic redukcjonizmu?

Może takich zjawisk jak ciemna materia czy ciemna energia nie da się wytłumaczyć poprzez cząstki elementarne?

kwarku szczytowego. To trochę tak, jakbyśmy mieli pudełko klocków, z których niektóre ważą kilka miligramów, a inne tysiąc ton. No i do tego dostajemy jeszcze cząstki bez masy – gluony i fotony.

Z tej perspektywy starożytny model materii oparty na pięciu podstawowych elementach (żywiolach) wydaje się zdecydowanie prostszy i piękniejszy. Rzecz jednak w tym, że tym razem mamy solidne empiryczne dowody na to, iż materia jest skonstruowana podług modelu standardowego cząstek elementarnych, a nie greckich elementów.

Wydaje się zatem, że model standardowy może wyjaśnić nam wszystkie aspekty materii we wszechświecie. No, może prawie wszystkie...

Błądzenie w mroku

Gdy w pierwszej połowie ubiegłego wieku rozpoczynała się złota era fizyki cząstek, równolegle bujnie rozwijała się kosmologia. Gdy ukonstytuował się model Wielkiego Wybuchu, stało się jasne, że fizyka cząstek i kosmologia będą ze sobą ściśle powiązane. Model kosmologiczny implikuje bowiem, że im wcześniejszy etap rozwoju wszechświata rozważamy, z tym większą gęstością materii i temperaturą mamy do czynienia. Dzięki akceleratorom, takim jak LHC, potrafimy

zderzać strumienie cząstek z ogromną energią i na ułamek sekundy wytworzyć takie warunki, jakie panowały niecałą mikrosekundę po Wielkim Wybuchu.

Choć mariaż kosmologii z fizyką cząstek elementarnych wydaje się bardzo udany, to dość szybko pojawił się fundamentalny problem, który kładzie się na nim cieniem. Otóż już w 1933 r. szwajcarski astrofizyk Fritz Zwicky badając gromady galaktyk doszedł do przekonania, że oprócz zwykłej materii musi znajdować się w nich jeszcze „coś innego”, co nazwał ciemną materią. O jej istnieniu świadczy również to, jak wirują galaktyki. Jak zdano sobie sprawę w latach 60., ich rotacja jest tak szybka, że powinny się one zwyczajnie rozpaść pod wpływem siły odśrodkowej. Czyżby w całości utrzymywała je grawitacja niewidzialnej ciemnej materii?

Od tego czasu systematycznie zyskiwaliśmy coraz więcej dowodów empirycznych świadczących na korzyść tej hipotezy. Obecnie, w ramach obowiązującego modelu kosmologicznego, przyjmuje się, że ciemnej materii jest we wszechświecie ponad pięć razy więcej niż „zwykłej” materii.

Sęk w tym, że nie mamy pojęcia, czym owa ciemna materia jest. Szybko rozpoczęto poszukiwania cząstek ciemnej materii, rozważając rozmaitych kandydatów, ograniczając je jednak kłopotliwy fakt, że jest ona naprawdę „ciemna”, to znaczy nie oddziałuje elektromagnetycznie ze zwykłą materią. Pierwszym kandydatem są zatem neutrino, które oddziałują tylko słabo. Jednak te trzy, które znamy, są zbyt lekkie, żeby wytłumaczyć obserwowane efekty. Postawiono zatem hipotezę o istnieniu czwartego „sterylnego” neutrino, które nie miesza się ze „zwykłymi” kolegami. Inną opcją są tzw. WIMP-y – nieznanne, słabo oddziałujące cząstki. Jeszcze inny możliwy model to nowy rodzaj cząstek – aksjony, które przy okazji rozwiązują pewną trudność związaną z teorią oddziaływań silnych.

Jak dotąd nie zaobserwowano – ani bezpośrednio, ani pośrednio – niczego, co można by uznać za jakikolwiek ślad cząstek ciemnej materii – ani sterylnych neutrino, ani WIMP-ów, ani aksjonów, ani niczego innego. Jest to cokolwiek frustrujące, gdyż w trakcie dwóch dekad przeprowadzono kilkanaście dedykowanych

eksperymentów i zebrano ogromne ilości danych, m.in. z LHC.

Kolejną kością niezgody pomiędzy kosmologią a fizyką cząstek stał się problem ciemnej energii. W 1998 r. dwa niezależne zespoły naukowców zajmujące się badaniem supernowych odkryły, że wszechświat nie tylko się rozszerza, ale jego ekspansja przyspiesza. Rodzi się zatem pytanie: co powoduje ową przyspieszoną ekspansję? Jeśli potraktujemy ciemną energię jako rodzaj materii, to dojdziemy do wniosku, że musiałaby ona stanowić ok. 68,5 proc. całej materii we wszechświecie. Próbowano ją zinterpretować na gruncie fizyki cząstek jako tzw. energię próżni, ale teoria rozmija się z empirią o wiele rzędów wielkości.

Sny o teorii ostatecznej

Model standardowy cząstek elementarnych okazał się wręcz niebywale dokładnym opisem przyrody. Wszystkie jego najważniejsze przewidywania zostały potwierdzone empirycznie. Na dodatek, w połączeniu z modelem Wielkiego Wybuchu sugeruje on bardzo elegancki obraz ewolucji wszechświata. Na początku czasu panuje idealna symetria, która następnie jest krok po kroku łamana dzięki efektem kwantowym. W ten sposób wyłoniły się wszystkie znane nam dziś oddziaływania i cząstki elementarne. Ta piękna wizja unifikacji całej fizyki rozpałała wyobraźnię niektórych fizyków i filozofów, którzy ogłosili rychły koniec fizyki.

Tradycyjne rozumienie filozofii atomizmu prowadzi do redukcjonistycznej wizji świata. Jeśli poznamy podstawowe składniki materii, to zrozumimy prawdziwą naturę wszystkich zjawisk fizycznych, chemicznych, a dalej również biologicznych i psychologicznych. Oto poznaliśmy już wszystkie, albo prawie wszystkie, składniki materii, więc pozostało nam tylko dopracować szczegóły. Taki pogląd głosił np. Stephen Hawking w swojej słynnej „Krótkiej historii czasu”.

Rzecz jednak w tym, że obraz cząstek elementarnych wynikający z modelu standardowego jest dość daleki od tradycyjnego atomizmu. Np. twierdzenie, że proton składa się z trzech kwarków, jest bardzo dużym uproszczeniem. W rzeczywistości proton jest bardzo skomplikowanym obiektem, w którego wnętrzu

buzują kwarki, antykwarki i gluony. Bardziej poprawnym ujęciem jest mówienie o elementarnych polach kwantowych, których wzbudzenia nazywamy cząstkami. Taki obraz cząstek elementarnych wydaje się bliższy Arystotelesowskiej substancji anizeli niezmiennym i niepodzielnym atomom. Na dodatek, podług teorii kwantowej, „próżnia” jest *de facto* bardzo specyficznym stanem, który „potencjalnie” zawiera wszystkie cząstki elementarne. Nie jest to zatem po prostu pustka, w której zderzają się i oddziałują cząstki, jak twierdzili starożytni atomiści.

Może zatem nie ma co upierać się przy wizji szukania kolejnych, „coraz bardziej elementarnych” cząstek? Tym bardziej że nasze próby wyjaśnienia problemu ciemnej materii i ciemnej energii przy pomocy cząstek dotychczas nie przyniosły sukcesu. Tylko jeśli nie cząstki, to co? Teoretycy próbowali przeróżnych, mniej lub bardziej szalonych pomysłów, głównie w odniesieniu do grawitacji, która kompletnie wyłamuje się ze schematu podstawowych oddziaływań fizycznych opisywanych w ramach modelu standardowego. Powstały zatem rozmaite teorie strun, bran, pętli, pian spinowych czy kwantowej czasoprzestrzeni. Rzecz w tym, że to wciąż tylko hipotezy. Bardzo eleganckie i kunsztowne matematycznie, ale bez poparcia w empirii.

Mądrość płynąca z filozofii Arystotelesa jest następująca: przynajmniej niektóre cechy obiektów fizycznych nie dają się wytłumaczyć przy użyciu ich części składowych. Istotnie, twierdzenie, że krzesło składa się z atomów, jakkolwiek prawdziwe, nie mówi nam kompletnie nic o tym, czym jest krzesło i do czego służy.

Być może w fizyce dotarliśmy właśnie do granic redukcjonizmu? Być może takich zjawisk jak ciemna materia czy ciemna energia po prostu nie da się wytłumaczyć poprzez elementarne cząstki, a nawet jeśli się da, to takie tłumaczenie będzie zawile i nieefektywne? Mechanika kwantowa i jej spektakularne sukcesy w modelowaniu mikroświata podważyła mechanistyczną wizję świata, w którym wszystko jest zdeterminowane. Być może czeka nas kolejna rewolucja pojęciowa, która podważy przekonanie o konieczności unifikacji całej fizyki?

© MICHAŁ ECKSTEIN



■ Russell
A. Poldrack
**NAUKA
CZYTANIA
W MYŚLACH**
CIPress

Do czego służy fMRI

NIE JEST ŁATWO zaglądać do wnętrza czaszki – zwłaszcza jeśli nie chcemy jej chirurgicznie otwierać. Na szczęście naukowcy i inżynierowie opracowali szereg nowatorskich urządzeń, które to umożliwiają. Dzięki nim narodziła się nowoczesna neurobiologia. Ta książka przedstawia jedną z najważniejszych technik stosowanych w tej dziedzinie – funkcjonalne obrazowanie rezonansem magnetycznym (fMRI). Autor przedstawia możliwości i ograniczenia tej techniki. Wyjaśnia też, dlaczego jej zastosowania poza laboratorium przekraczają często granice odpowiedzialnej i rzetelnej nauki. Dzięki fMRI możemy obserwować zmieniającą się aktywność różnych obszarów mózgu podczas wykonywania przez człowieka prostych zadań czy doświadczania różnych stanów psychicznych, np. emocji. Możemy także próbować przewidywać to, co osoba badana widzi, słyszy, myśli lub czuje, na podstawie jej wzorców aktywności mózgowej. Niektórzy naukowcy twierdzą nawet, że fMRI może pomóc w diagnozowaniu chorób psychicznych, ocenianiu prawdopodobności świadków lub podejrzanym, a nawet w manipulowaniu ludźmi. Amerykański neurobiolog uczy czytelników krytycznego podejścia do tego, co fMRI może nam powiedzieć o nas samych i o innych ludziach. Dobrą nauką niech będą słynne skany mózgu łośosia, nagrodzone nagrodą IgNobla, które wykazały specyficzną aktywność na widok zdjęć ludzi w różnych sytuacjach sportycznych, mimo że ryba była... martwa. © KK



■ Ian Stewart
**PO CO NAM
MATEMATYKA**
Prószyński i S-ka

Liczby są wszędzie

MATEMATYKA to nie tylko suche wzory i nudne obliczenia. To także sposób myślenia, który pomaga nam rozwiązywać problemy i podejmować decyzje. Oraz źródło piękna i harmonii, które inspirują artystów i filozofów. Matematyczne algorytmy pomagają nam w określeniu najkrótszej trasy dotarcia do celu, co z kolei pozwala nam zaoszczędzić czas i pieniądze, a przedsiębiorstwom także zwiększa efektywność i produktywność. To dzięki matematyce na ekranach kin, telewizorów i komputerów podziwiać możemy wyimaginowane światy, które wyglądają realistycznie. Matematyka fizyczna i zniechęcane przez wielu równania różniczkowe pomagają bowiem w tworzeniu realistycznych efektów fizycznych, takich jak symulacja płynów, eksplozji, tkanin, wody, dymu czy ruchu przedmiotów. Matematyka ma jednak i ciemne strony. Wykorzystywana jest choćby przez polityków do manipulowania granicami okręgów wyborczych w celu uzyskania przewagi politycznej. Ian Stewart w ciekawy i humorystyczny sposób pokazuje w swojej książce, jak matematykę wykorzystuje się w bardzo odległych dziedzinach ludzkiej aktywności. To książka nie tylko o świecie liczb – także o świecie, w którym liczby i wzory leżą u podłoża cywilizacji. Oraz opowieść o ludziach, którzy odkrywali tajemnice matematyki i tworzyli jej narzędzia. Po jej lekturze łatwo odpowiedzieć na tytułowe pytanie, które wielu z nas zadawało sobie w szkole.

© KK

Najtrudniejszy projekt świata

MATEUSZ HOHOL

Katrin Amunts, dyrektorka naukowa Human Brain Project, szuka Świętego Graala nauki. Chce dokładnie zmapować ludzki mózg i stworzyć jego cyfrową kopię.

Pierwsze badania neuroanatomiczne przeprowadzane *post mortem* przez medyków aleksandryjskich w III w. p.n.e. doprowadziły do opisanie struktur takich jak mózdzek, opony czy komory.

Trzeba było jednak całych tysiącleci, by odkryć komórkową budowę mózgu, zrozumieć, z czego składają się neurony i jak komórki te komunikują się ze sobą, tworząc połączenia między różnymi obszarami. Z pogłębieniem rozumienia anatomii mózgu w różnych skalach przestrzennych szło w parze mozolne odcyfrowywanie jego funkcji, a w konsekwencji podjęcie odwiecznego pytania o genezę naszych myśli i emocji w naukowy sposób.

Wszystko to nie byłoby możliwe bez tworzenia coraz to nowych metod i narzędzi badawczych, począwszy od mikroskopu i technik barwienia preparatów, przez techniki nagrywania sygnałów z pojedynczych neuronów, elektroencefalografię (rejestrwanie tzw. fal mózgowych, czyli zmian elektrycznych na powierzchni skóry, związanych z pracą mózgu), a w ostatnich dekadach optogenetykę (modyfikacje genetyczne pozwalające na manipulowanie aktywnością mózgu za pomocą światła) czy obrazowanie struktury i funkcji mózgu za pomocą rezonansu magnetycznego.

A jednak Katrin Amunts i jej współpracownicy rozpoczynają swój artykuł opublikowany w zeszłym roku na łamach czasopisma „eNeuro” od stwierdzenia, że „rozumienie ludzkiego mózgu jest wciąż wielkim wyzwaniem badawczym XXI wieku”.

Co jest wyzwaniem

Rzecz nie tylko w tym, że na mapie rozumienia mózgu wciąż znajdują się plamy naszej ignorancji. Wiemy już wiele o tym, jak mózg zbudowany jest w różnych skalach przestrzennych – począwszy od cząsteczek mierzonych w nanometrach, przez neurony mierzące milimetry, aż po całe obwody obejmujące centymetry tkanki – i co robi w różnych skalach czasowych. Od procesów zajmujących ułamek sekundy, takich jak zmiany w układzie przestrzennym cząsteczek, aż po te dziejące się na przestrzeni życia, jak tworzenie i obumieranie neuronów, związane ze starzeniem się organizmu.

Problem polega jednak na tym, że poszczególne porcje naszej wiedzy, dotyczące każdej z tych skal, często pozostają niezintegrowane, a związki przy czynowe między procesami zachodzącymi w tych skalach jeszcze nieodkryte. Jak piszą Amunts i jej współpracownicy, „wciąż sporym wyzwaniem jest zrozumienie (...), w jaki konkretnie sposób wiązanie neuroprzekaznika z jego receptorem moduluje aktywność zespołów komórek oraz wielkoskalowych sieci obejmujących długodystansowe szlaki włókien i obszary mózgu, z których ostatecznie wyłania się zachowanie. Inne pytania dotyczą tego, jakie reguły rządzą leżącymi u ich podstaw sieciami i jak to możliwe, że są one tak skuteczne i tak efektywne, a mimo to zużywają tak mało energii”.

To jednak nie wszystko. Wiemy dziś nie tylko to, że mylili się tzw. frenologowie, postulujący na przełomie XVIII i XIX w. istnienie pojedynczych ośrodków mózgowych odpowiedzialnych



za konkretne zdolności poznawcze i cechy charakteru (np. stanowczość, inteligencję i wytrwałość) – w rzeczywistości wylaniają się one ze współpracy skomplikowanych sieci mózgowych. Zdaliśmy sobie również sprawę z tego, że nie jest wcale tak, iż to, co mniejsze i szybsze w mózgu, jest zawsze prostą przyczyną tego, co większe i trwające dłużej. Bo mózg to naprawdę skomplikowana maszyna.

Brak dogłębnego zrozumienia jego złożoności utrudnia nie tylko dalsze postępy teoretyczne na drodze do rozwiązania frapujących zagadek – np. czym jest świadomość? – ale też przekładanie wiedzy neuronaukowej na sztukę medycyny. To ostatnie hamuje z kolei przełomy w zapobieganiu i leczeniu chorób mózgu, przede wszystkim psychicznych i neurodegeneracyjnych.

Wyjaśnij się sam

Zdaniem Amunts podjęcie wyzwania zrozumienia ludzkiego mózgu możliwe jest dziś dzięki komputerom, umożliwiającym tworzenie cyfrowych modeli mózgu i testowanie hipotez badawczych na drodze symulacji. Coraz większe znaczenie mają również nowe narzędzia analizy danych przeprowadzane przy wykorzystaniu uczenia maszynowego i narzędzi opartych na sztucznych sieciach neuronowych, które zresztą inspirowane są podstawowymi zasadami, wedle których działa mózg. Zatoczyliśmy więc koło – zrozumieliśmy mózg na tyle, by stworzyć oparte na tej wiedzy narzędzia umożliwiające dalszą jego ekspolorację.

Rzecz jasna komputer od dekad jest podstawowym narzędziem pracy niemal każdego naukowca, także zajmującego się mózgiem i poznaniem, i to niemal na każdym etapie procesu badawczego. Typowy laptop czy komputer stacjonarny nie zda się jednak na wiele w mierzeniu się z problemem złożoności mózgu. Cyfrowy trójwymiarowy model mózgu gryzonia sporządzony z rozdzielczością przestrzenną rzędu 1 mikrometra (1 milimetr to 1000 mikrometrów) zajmuje około 8 terabajtów. Dla porównania: komputer, na którym piśzę ten tekst, posiada 256 gigabajtów przestrzeni dyskowej. Jest to ponad 30 razy za mało, by pomieścić taki model. Analogiczny model ludzkiego mózgu zająłby już petabajty, →

MITCHEL DYAKOWSKI

⇒ czyli miliony gigabajtów. Pomyślmy teraz, że mózgi poszczególnych osób różnią się między sobą, co oznacza, że aby uzyskać wiarygodne rezultaty, trzeba ze sobą porównać wiele mózgów.

Na dodatek tak ogromne modele trzeba nie tylko przechowywać, ale także efektywnie na nich operować. Konieczność operowania ogromnymi zbiorami różnorodnych danych zgromadzonych w licznych badaniach przez duże, współpracujące ze sobą zespoły badawcze przekracza nawet możliwości pojedynczych superkomputerów. Sytuacja ta dotyczy zresztą nie tylko neuronauki, ale również np. badań nad klimatem. W świetle tych wyzwań kierowany obecnie przez Katrin Amunts Human Brain Project, rozpoczęty w 2013 r. projekt flagowy UE, opracował platformę badawczą o nazwie EBRAINS, będącą połączeniem rozproszonej infrastruktury sprzętowej oraz narzędzi wspomagających badaczy na różnych etapach procesu badawczego. W artykule „The Coming Decade of Digital Brain Research” („Nadchodząca dekada cyfrowych badań nad mózgiem”), mającym charakter manifestu programowego Human Brain Project, Amunts i współpracownicy piszą, że „EBRAINS jest oparta na współpracy platformą badawczą, której celem jest przeniesienie badań nad mózgiem na wyższy poziom oraz dalszy rozwój zastosowań w medycynie i technologiach inspirowanych przez mózg”. Jednym z osiągnięć infrastruktury EBRAINS jest możliwość tworzenia „cyfrowych bliźniaków”.

Twój cyfrowy bliźniak

Ogromna część naszej wiedzy o funkcjonowaniu mózgu pochodzi z badań nad pacjentami, którzy doznali uszkodzeń mózgu (lezji). Jeśli np. w wyniku udaru czy mechanicznego urazu jakaś część mózgu przestanie pracować, co doprowadzi u pacjenta do utraty jakiejś funkcji poznawczej, to oznacza, że u osoby zdrowej ta struktura zaangażowana jest w tę konkretną funkcję.

Przykładowo, badając pacjentów z uszkodzeniami tzw. tylnej części zakrętu czołowego dolnego, którzy stracili zdolność mówienia, XIX-wieczny chirurg i antropolog Paul Broca doszedł do wniosku, że struktura ta jest „ośrodkiem mowy”. Z oczywistych względów nie jest możliwe wykonywanie eksperymentów

Cyfrowe symulacje otwierają nową erę badań mózgu.

Pozwalają sprawdzać skutki zmian, których z racji etycznych lub praktycznych nie można wykonywać w doświadczeniach z udziałem ludzi.

polegających na celowym wykonywaniu takich uszkodzeń. Dziś, dzięki technice określanej jako przezczaszkowa stymulacja magnetyczna, możliwe jest jednak wywołanie „wirtualnych lezji”, polegających na przejściowym i bezpiecznym dla osoby badanej tłumieniu aktywności struktury mózgowej.

Jak twierdzą badacze zaangażowani w Human Brain Project, symulacje mózgu umożliwiają coś podobnego: pozwalają sprawdzać skutki zmian, których z racji etycznych lub praktycznych nie można wykonywać w doświadczeniach z udziałem ludzi. Mając do dyspozycji symulację działania mózgu oraz skany mózgu pacjenta wykonane metodą rezonansu magnetycznego lub za pomocą elektroencefalografii, możliwe jest „spersonalizowanie” modelu i eksperymentowanie na nim zgodnie z przyjętymi hipotezami albo wręcz metodą prób i błędów. W ten sposób współpracownik Katrin Amunts Viktor Jirsa stworzył w 2017 r. na podstawie danych neuroobrazowych symulację pacjenta z epilepsją, pozwalającą na planowanie leczenia i przewidywanie jego skutków.

Co więcej, możliwe jest tworzenie całych „wirtualnych populacji pacjentów” z uszkodzeniami mózgu lub schorzeniami neurologicznymi, co jest szczególnie istotne w przypadku chorób rzadkich. Według Amunts i współpracowników „tego typu spersonalizowane wirtualne mózgi mogą być postrzegane jako krok w kierunku czegoś jeszcze bardziej teoretycznego i technicznie wymagającego, ale także lepiej dostosowanego do ciągłej

zmieniającej się natury aktywności mózgu we wszystkich skalach czasowych. Konsekwencje spersonalizowanej symulacji mózgu widzimy w modelu, który jest nieustannie informowany i aktualizowany przez dane z prawdziwego świata, dlatego też model ten określić można jako cyfrowego bliźniaka”.

Zauważają oni również, że „np. głęboka stymulacja mózgu i ogólnie neurochirurgia odniosłyby ogromne korzyści ze spersonalizowanych bliźniaków, które mogłyby pomóc w planowaniu zabiegu w taki sposób, aby zapewnić maksymalną ochronę i zachowanie zdrowych tkanek. W szczególności mogłyby to informować chirurgów o konieczności uaktualnienia modelu na podstawie sygnałów z mózgu wykrywanych przez czujniki podczas operacji”.

Katrin Amunts wraz ze współpracownikami z Human Brain Project twierdzą, że tworzenie „cyfrowych bliźniaków” okaże się przydatne nie tylko w medycynie i badaniach podstawowych, ale również w obszarze tworzenia nowych, inspirowanych neuronauką technologii. Te ostatnie obejmują tworzenie realistycznej biologicznie i spersonalizowanej sztucznej inteligencji.

Pełzająca rewolucja

Kierowana przez Katrin Amunts śmiała inicjatywa Human Brain Project, której głównym celem jest tworzenie cyfrowego odwzorowania ludzkiego mózgu, była przedmiotem krytyki w środowisku neuronaukowym. Jednym z zarzutów kierowanych w stronę projektu było niedoszacowanie tematyki badań nad poznaniem i zachowaniem. W odpowiedzi na ten zarzut w ostatniej fazie projektu, kończącej się we wrześniu 2023 r., zdecydowano się położyć nacisk na tematykę świadomości i sztucznych sieci neuronowych. Ponadto, jak w jednym z artykułów podaje zespół Katrin Amunts, w ramach projektu eksplorowane są tematy tak szerokie, jak „mechanizmy uczenia się, kontrola wzrokowo-motoryczna, sen, orientacja przestrzenna, kodowanie predykcyjne i percepcja”. Niedługo będziemy w stanie przekonać się więc, na ile neuroinformatyka, a szczególnie infrastruktura EBRAINS, zrewolucjonizowała rozumienie naszego wewnętrznego kosmosu.

Kto potrzebuje fundamentów

MAREK JAKUBIEC

Badania Ariego Kruglanskiego pokazują, że poczucie pewności w skomplikowanym i trudnym do zrozumienia świecie może być niebezpieczne – dla nas samych i całego społeczeństwa.

Boimy się tego, czego nie rozumiemy. Zjawiska naturalne przez wieki budziły w ludziach lęk, co skłaniało naszych przodków do poszukiwania rozmaitych – m.in. rytualnych – sposobów ich obłaskawienia. Dziś lepiej rozumiemy świat, ale pewne mechanizmy naszej psychiki nie uległy zmianie.

Świat zresztą też w wielu aspektach się nie zmienił. I dziś jest w dużej mierze nieprzewidywalny, niezrozumiały i trudny do zaakceptowania. Zdarzenia zaskakujące czy niezgodne z naszymi oczekiwaniami budzą w nas obawy, frustracje i mogą skłaniać do przyjmowania odpowiedzi, które dadzą nam chwilę ukojenia, nawet jeśli będą fałszywe.

Jeśli te odpowiedzi staną się dla nas ważne, mogą wpędzić nas w poczucie pewności. Bo choć pewność daje poczucie bezpieczeństwa czy przynależności, to idą z nią w parze różne zagrożenia. →



MICHAŁ DYAKOWSKI

Potrzeba domknięcia

⇒ Nikt z nas nie rodzi się z określonym światopoglądem – warto więc zapytać, skąd właściwie wzięły się podstawowe przekonania, które posiadamy. Znaczna ich część nie jest wynikiem namysłu czy długich analiz. Jesteśmy wrzuceni w określone otoczenie społeczne, które w dużej mierze narzuca nam sposoby myślenia. Przez całe życie towarzyszą nam przekonania, których źródeł nie znamy lub sobie nie uświadomiamy, i musimy robić wiele, by cała nasza misterna konstrukcja psychiczna nie rozsypała się jak domek z kart. Dzieje się tak zwłaszcza, gdy wykazujemy się szczególnie wysokim zapotrzebowaniem na to, co psychologowie społeczni określają mianem poznawczego domknięcia.

Oczywiście potrzeby tej nie da się łatwo zmierzyć. To nie ciśnienie krwi czy poziom glukozy. Potrzeba domknięcia to tendencja do stawiania oporu możliwości zmiany przekonań – a im bardziej dogłębne mogą się okazać zmiany, tym większy opór. Jak łatwo się domyślić, osoby o wyższym poziomie potrzeby domknięcia będą silniej przeciwstawiać się stanowiskom, które są niezgodne z ich przekonaniem – a nawet takim, które stanowią jedynie potencjalne zagrożenie dla ich światopoglądu.

Dlaczego tak się dzieje? Przyczyn może być wiele, ale podstawową wydaje się poczucie bezpieczeństwa. Posiadanie zbioru przekonań, nawet niespójnego i pozbawionego dobrych podstaw, sprawia, że albo mamy poczucie iluzji kontroli nad rzeczywistością, albo przynajmniej wiemy, jak wytłumaczyć zjawiska, które obserwujemy – fizyczne, społeczne czy gospodarcze.

Czy jednak przyjęcie, że świat jest bardziej złożony, niż nam się wydaje, i że wcale go zbyt dobrze nie rozumiemy, musi zachwiać naszym poczuciem bezpieczeństwa? Sprawa okazuje się mocno indywidualna. Niektórzy będą za wszelką cenę chronić swój system przekonań, dający im poczucie bezpieczeństwa przed podmuchami wiatru wątpliwości, a inni uznają, że wobec braku pewności czegokolwiek lepiej dać się porwać niepewności – i w niej odnajdą spokój oraz bezpieczeństwo. I nawet jeśli zdecydowana większość ludzi znajduje się gdzieś pomiędzy tymi dwiema skrajnościami, to i tak sporo to mówi o proble-

mach, jakie mamy ze wzajemnym zrozumieniem.

Nie do podważenia

Od kilku dekad badania nad potrzebą domknięcia jako dążeniem do unikania niejasności i niepewności prowadzi m.in. zespół Ariego Kruglanskiego z Uniwersytetu Maryland w USA, amerykańskiego psychologa społecznego urodzonego w 1939 r. w Polsce. Uzyskane przez niego wyniki nie dają jeszcze pełnego zrozumienia, dlaczego potrzebujemy pewno-

Osoby o wyższym poziomie
potrzeby domknięcia
silniej przeciwstawiają
się stanowiskom
**niezgodnym z ich
przekonaniami.**

ści – oraz dlaczego niektóre osoby potrzebują jej bardziej niż inne – ale pozwalają wyjaśnić niektóre mechanizmy kształtujące nasze procesy poznawcze.

Jednostki, które charakteryzuje wysoki poziom potrzeby domknięcia, mogą wykazywać skłonność do traktowania pewnych poglądów jako nienaruszalnych. Niechętnie podejmują się pogłębionej analizy problemów, są powierzchowne, a gdy szukają informacji, faworyzują te, które potwierdzają ich przekonania. Nie czują się komfortowo w obliczu wieloznaczności. Argumenty na rzecz stanowiska, z którym się nie zgadzają, będą odrzucać bez zastanowienia, czy aby druga strona nie ma przynajmniej częściowo racji. Wiąże się z tym skłonność do silnej – ale często nieudolnej, z uwagi na brak pogłębionej wiedzy – obrony przyjmowanego światopoglądu, z uwagi na awersję do kwestionowania odpowiedzi na określone pytanie, którą wcześniej przyjęły.

Z filozoficznego punktu widzenia osobom o silnej potrzebie domknięcia

poznawczego bliskie jest podejście fundacjonistyczne, czyli takie, w którym system przekonań oparty jest na niezachwianych podstawach. A stąd już prosta droga do dogmatyzmu, który przejawia się w petryfikacji przekonań i odporności na wszelkie przejawy perswazji.

Domknięcie nie ogranicza się jednak tylko do płaszczyzny czysto poznawczej. Badania potwierdzają zdroworozsądkowe obserwacje, iż mamy tendencję do oceniania innych osób przez pryzmat ich poglądów. Te osoby, których przekonania znacząco odbiegają od naszych, nie są akceptowane, niezależnie od innych cech. Jak łatwo się domyślić, im większe zapotrzebowanie na domknięcie i poczucie pewności, tym większa skłonność do odrzucania innych, a także tym większe przyzwolenie na agresję i przemoc. Niekiedy przejście od niechęci, przez przyzwolenie na przemoc, aż do samodzielnego podejmowania działań agresywnych może być szybkie i płynne. Osoby, które wyrażają swoje odmienne zdanie, zagrażają systemowi przekonań, a więc są nie tylko obce, ale i wrogie.

Badania nad domknięciem były wielokrotnie prowadzone w kontekście przekonań politycznych i skłonności do autorytaryzmu. Wynika z nich, że ci, którzy przywiązują większą wagę do pewności, są też bardziej skłonni do akceptacji radykalnych rozwiązań społecznych. Spójność ideologiczna, nawet jeśli jedynie deklaracyjna, charakterystyczna dla państw autorytarnych i totalitarnych, to rzeczywistość, w której dobrze czuć może się jedynie osoba o wysokim poziomie domknięcia poznawczego i sztywności poznawczej. „Zamrożone umysły” lepiej czują się w „zamrożonym świecie”, gdzie wszystko funkcjonuje według znanych im reguł, a przekaz informacyjny jest zgodny z wartościami, które uważają za właściwe.

Chwytnie i zamrażanie

Zamrażanie to metafora, której Kruglanski i Donna Webster użyli w artykule z 1996 r. o wymownym tytule „Motivated Closing of the Mind” („Motywowane domknięcie umysłu”). Przedstawili tam dwa podstawowe mechanizmy poznawcze, które składają się na tworzenie nienaruszalnych przekonań. Pierwszy z nich to „chwytnie”, czyli przyjęcie wyjaśnienia jakiegoś zjawiska bez dokładnej analizy;

im wyższy poziom potrzeby domknięcia, tym bardziej akceptowane rozwiązania muszą być zgodne ze stanem wiedzy podmiotu (pomijane są informacje, które mogą podać w wątpliwość zasadność przyjętego systemu przekonań). Drugi, kluczowy, to „zamrażanie”: informacja zostaje częścią systemu przekonań i staje się niepodważalna. Inne wyjaśnienia zostają odrzucone, podobnie jak argumenty formułowane na rzecz ich adekwatności.

Te mechanizmy sprawiają, że światopogląd jednostki staje się w zasadzie niepodważalny. Dzięki temu osoba uzyskuje „pewność prawdziwości” – jest przekonana, iż odnalazła prawdę, i skłonna do radykalizmu.

Warto podkreślić, że mechanizmy radykalizacji są zbliżone w przypadku zupełnie różnych grup. W podobnym stopniu występują w nich skłonność do agresji, i to niezależnie od deklarowanego światopoglądu. Pokazuje to, że każda forma radykalizmu – bez względu na treści, które są bezrefleksyjnie przyjmowane – jest potencjalnie niebezpieczna. Iluzja pewności prawdziwości sprawia, że budzą się w nas demony, które w innych okolicznościach pozostałyby uspięne. Stajemy się podejrzliwi, złośliwi, niechętni. A im sytuacja społeczna jest bardziej napięta, tym łatwiej o utratę kontroli i zagubienie. Ci, którzy chcą mieć iluzję bezpieczeństwa i iluzję pewności, mogą odnaleźć ją w fundamentalizmie. A wtedy nie tylko ich ideologiczni przeciwnicy staną się wrogami. Stanie się nim każdy, kto nie popiera danych poglądów i nie jest gotów za nie walczyć. Tak rodzą się współczesne wrogie plemiona, których członkowie z czasem zapominają, o co toczyli spory na początku.

Z dała od radykałów

Choć radykalizm można powiązać z wysokim poziomem potrzeby domknięcia, to jego źródeł może być wiele. Znaczna część badań Kruglanskiego dotyczy problematyki ekstremizmu i terroryzmu. Co interesujące, w kontekście ekstremizmu łączy on różne jego przejawy, od agresji po ekstremalny humanitaryzm, wskazując, że przypadki te łączy podobny mechanizm związany z brakiem równowagi motywacyjnej. Oznacza to, że jedna z potrzeb staje się kluczowa,

jednocześnie przyćmiewając inne. Człowiek, realizując tę potrzebę, zapomina o innych, popadając w spiralę radykalizmu.

Oczywiście nie każdy radykał staje się terrorystą, a i nie każdy terrorysta jest radykałem. Ale nie da się ukryć, że wysoka potrzeba domknięcia, brak tolerancji na odmienne poglądy i brak równowagi motywacyjnej stanowią niezwykle niebezpieczną psychologiczną mieszankę.

Dążenie do wiedzy i dążenie do pewności mogą się wydawać pokrewne. W rzeczywistości są jednak przejawami nie tylko odmiennych, ale i w sporej mierze przeciwstawnych pragnień. Wiedza zakłada ciągły rozwój i podatność na falsyfikację, a więc nigdy nie jest czymś ostatecznym. Pewność z kolei wiąże się z poczuciem odnalezienia tego, jak sprawy się mają – by nie powiedzieć, że z przekonaniem o odnalezieniu prawdy.

Jak pokazują badania Kruglanskiego i jego współpracowników, motywacja odgrywa kluczową rolę w naszych procesach poznawczych. Na pierwszy rzut oka może się to nie wydawać zaskakujące: ucząc się czegoś, potrzebujemy motywacji (a dbanie o nią jest jedną z cech świetnych pedagogów). Okazuje się jednak, że motywacje decydują o przebiegu różnych procesów poznawczych w sposób, którego sobie nie uświadamiamy. Uwzględnienie ich znaczenia może pomóc w wyjaśnieniu, jak przebiega zmiana naszych przekonań pod wpływem nowych informacji.

Kruglanski wyróżnił dwa zasadnicze typy motywacji, które kierują nas w stronę pewności, ale na różne sposoby. Pierwszy z nich wiąże się z dążeniem do uzyskania szybkiej odpowiedzi czy szybkiego znalezienia rozwiązania, ale bez silnej preferencji w odniesieniu do treści. Przykładem jest zagubiony pasażer, którego nieszczęśliwie interesuje, czy jego lot zostanie odprawiony z bramki o numerze parzystym czy nieparzystym – on po prostu chce szybko uzyskać pewność, w którym kierunku ma się udać, by zdążyć na swój lot. Jest jednak i drugi typ motywacji, dotyczący już treści przekonań. I to on może niekiedy prowadzić nas od wiedzy w ślepy zaulek pewności, a w niesprzyjających okolicznościach również ekstremizmu.

© © MAREK JAKUBIEC



■ Brian Hare,
Vanessa Woods
**PRZEZWAJĄ
NAJWYŻSZYCH**
CPress

Dobrze jest móc się dzielić

PRZYMIJMY, że ktoś jest sprawnym łowcą-zbieraczem. W ciągu jednego dnia potrafi upolować cztery ptaki, zebrać mnóstwo owadów, jaj, a nawet schwytać średniej wielkości ssaka. Albo zlokalizować wartościowe bulwy i przynieść całe ich naręczce do miejsca nocnego spoczynku. Jak zabezpieczyć takie zdobycze? Susszenie jest niedoskonałe, a inne metody utrwalania nie zostały jeszcze opanowane. Nie ma rady – trzeba się pogodzić z tym, że część tej żywności się popsuje. Chyba że... łowca-zbieracz zabezpieczy żywność w inny sposób. Nie w czasie teraźniejszym, ale w przyszłości.

Jeśli podzieli jedzenie między siebie i swoich krewnych oraz resztę spoteczności, wykupi ubezpieczenie spożywcze. Dziś to on jest sprawnym zdobywcą pokarmu, ale w przyszłości coś mu się może stać, będzie też coraz starszy i mniej sprawny – kto wie, kiedy fortuna się od niego odwróci. Wtedy będzie mógł skorzystać z wykupywanego latami ubezpieczenia. Płacił żywnościowe składki u innych członków spoteczności, więc potem i on będzie mógł korzystać z czyichś zasobów.

Takie podejście do dzielenia się zasobami i usługami to – według autorów – jedna z przyczyn ludzkiego „samoudomowienia”. Obcy przedstawiciele *Homo sapiens* reagują na siebie łagodniej od typowych dorosłych ssaków, które się nie znają, a znalazły się na wspólnym terenie. Może właśnie dlatego, że życzliwość stała się motorem naszego postępu i jedną z przyczyn sukcesu.

© MAT



GŁÓWNE PASMA

Poniższe wydarzenia odbywają się w Muzeum Inżynierii i Techniki przy ul. Św. Wawrzyńca 15 w Krakowie. Wstęp wolny.

Transmisja na żywo na kanale [Youtube.com/CopernicusCenter](https://www.youtube.com/CopernicusCenter).

Wykłady i dyskusje w języku angielskim będą tłumaczone symultanicznie na język polski.

WTOREK 23 MAJA

17.30

KONFRONTACJE: Życie w kosmosie

January Weiner 3, Rafał Szabla

Jak powstało życie na Ziemi?

Czy żywe organizmy są w kosmosie czymś powszechnym?

Jakie kryteria muszą spełnić planety, by je podtrzymywać?

I jak bardzo mogą różnić się obce formy życia od tej, którą znamy?

W paśmie Konfrontacje eksperci z różnych dziedzin

dyskutują na najciekawsze tematy z pogranicza nauki i filozofii.

Pierwszego dnia o tajemnicach życia porozmawiają biolog i chemik.

19.00

WERNISAŻ WYSTAWY:

Kosmos przed Kopernikiem i po nim

Marcin Bojda i Anna Kolera oprowadzą nas po wystawie.

Zobaczymy m.in. fragmenty meteorytu

Pułtusk, zdjęcie Ziemi wykonane podczas misji Apollo 11,

instrumenty astronomiczne

z różnych epok, kopie dzieł Kopernika, Galileusza i Heweliusza, a także

sprawdzimy, jakie możliwości ma łazik planetarny Phobos,

przygotowany przez wielokrotnie nagradzany zespół studentów

AGH Space System.

19.45

STUDIO FESTIWALOWE:

Czego nie wiemy o kosmosie?

Opowiemy o wydarzeniach

czekających nas w następnych dniach, a także porozmawiamy z gośćmi

i organizatorami festiwalu.

ŚRODA 24 MAJA

16.00

MĄDRE KSIĄŻKI: Rozstrzygnięcie

konkursu dla licealistów

Dziewiętnaście zespołów z małopolskich

liceów przygotowało filmy

reklamowe książek nominowanych w konkursie „Mądra Książka Roku”.

Podczas wydarzenia wyłonimy i nagrodzimy najlepsze z nich.

17.30

KONFRONTACJE:

Sztuczna inteligencja i naturalna głupota

Jarek Gryz, Edward Nęcka

Jak działają nowoczesne systemy sztucznej inteligencji, takie jak ChatGPT?

Jakie mają ograniczenia? Czy mogą być świadome lub twórcze? I czym różnią

się od przejawów inteligencji, które obserwujemy w świecie ludzi?

Z tymi pytaniami zmierzą się profesorowie filozofii i informatyki oraz psychologii.

19.00

WYKŁAD:

Arie

W. Kruglanski,

Confronting

Uncertainty:

A Psychological

Analysis (Jak się mierzyć z niepewnością: perspektywa psychologiczna)



Wszyscy poszukujemy porządku w otaczającym nas świecie, a niektórzy opierają swój światopogląd na niewzruszonych fundamentach. Jeden z najbardziej wpływowych psychologów społecznych opowie o tym, jak tworzymy swoje sieci przekonań i kiedy nasz umysł próbuje

uniknąć informacji sprzecznych z naszym rozumieniem świata.

20.30

DYSKUSJA:

Uncertainty as a Challenge and Opportunity

(Niepewność jako wyzwanie i szansa)

Arie Kruglanski, Katarzyna Jaśko.

Prowadzenie: Jędrzej Grodniewicz

Porozmawiamy o tym, jak badania prof. Kruglanskiego i dr Jaśko wpływają na nasze rozumienie takich zjawisk i problemów społecznych jak polaryzacja, aktywizm, pseudonauka czy terroryzm.

CZWARTEK 25 MAJA

16.00

MĄDRE KSIĄŻKI: Gala nagrody głównej

Przedstawimy piętnaście książek nominowanych w konkursach „Mądra Książka Roku” i „Mądra Książka Roku Dla Dzieci” (piszemy o nich w ramkach w tym katalogu) oraz poznamy werdykt jurorów.

17.30

KONFRONTACJE:

Tajemnice świata kwantów

Michał Eckstein, Paweł Horodecki

Z czego składa się materia, która nas otacza? Czy w kosmosie istnieją obiekty zbudowane z elementów, których jeszcze nie znamy? Jak wyjaśnić ciemną materię i ciemną energię? Czy cząstki elementarne są naprawdę elementarne? W tajemniczy świat kwantów wprowadzą nas dwaj fizycy.

19.00

WYKŁAD:

Katrin Amunts,
Brain, Computer,
Comprehension
(Mózg, komputer
i rozumienie)



Ludzki mózg jest najbardziej skomplikowaną strukturą

COPERNICUS FESTIVAL 2023 / KOSMOS

w znanym nam wszechświecie. Prof. Amunts, dyrektorka Human Brain Project, opowie o postępach w dziedzinie jego mapowania i poznawania.

20.30

DYSKUSJA:

**Brains Understanding Brains
(Mózgi poznające mózgi)**

Katrin Amunts, Marcin Szwed.
Prowadzenie: Rafał Czajkowski

Na jakim etapie rozwoju znajduje się dzisiaj neuro nauka?

Z neurobiologią i neuropsychologiem porozmawiamy o największych wyzwaniach i nadziejach związanych z badaniem mózgu.

PIĄTEK 26 MAJA

17.30

KONFRONTACJE:

Czy przyroda rządzi prawą?

Łukasz Lamża, Tomasz Miller

Metafora praw przyrody prowokuje do stawiania pytań o ich pochodzenie. Czy prawa wymagają Prawodawcy? A może różne zestawy praw realizują się w różnych wszechświatach? Filozof przyrody i fizyk matematyczny będą spierać się o to, czy metafora praw przyrody więcej wyjaśnia, czy zaciemnia.

19.00

WYKŁAD:

**David Grinspoon,
Solaris on Earth.
On the Possibility
of Planetary-Scale
Intelligence**

(Solaris na Ziemi.

Czy planeta może być inteligentna?)



Astrobiolog i były konsultant NASA opowie o tym, jak i gdzie szukać życia w kosmosie. I jak go nie przeoczyć, nawet jeśli nie jest zgodne z naszymi wyobrażeniami.

20.30

DYSKUSJA:

Evolution in Space

(Ewolucja w kosmosie)

David Grinspoon, January Weiner z.
Prowadzenie: Łukasz Lamża

Po wykładzie porozmawiamy o tym, czy mechanizmy darwinowskie obowiązują w całym wszechświecie i jakie warunki musiałyby zostać spełnione, by na innych globach rozwinęło się życie.

SOBOTA 27 MAJA

17.30

KONFRONTACJE:

Czy świat jest matematyczny?

Sebastian Szybka, Mateusz Hohol

Zastosowanie matematyki do opisu świata fizycznego doprowadziło do narodzin nauki i rozwoju technologii. Co ten fakt mówi nam o świecie i o nas samych – rozmawiać będą kosmolog i psycholog.

19.00

WYKŁAD:

**Bernard Carr, The
Cosmic Uroboros.
Linking Microphysics,
Macrophysics, and
the Mind (Kosmiczny
uroboros: jak połączyć
mikroświat, makroświat i umysł)**



Fizyka pozwala dzisiaj drobiazgowo opisywać świat w najmniejszej i największej skali. Jaki jego obraz wyłania się z tych opisów? I czy jest w nim miejsce dla człowieka?

20.30

DYSKUSJA:

**Life, Multiverse, and Everything
(Życie, wieloświat i cała reszta)**

Bernard Carr, Jean-Pierre Lasota.
Prowadzenie: Tomasz Miller

Z dwoma profesorami fizyki porozmawiamy o najbardziej odważnych (lub spekulatywnych) teoriach w tej

dziejzinie. Zastanowimy się m.in., czy wszechświat (a może wieloświat?) jest precyzyjnie dostrojony pod kątem życia.

NIEDZIELA 28 MAJA

14.00

**KOSMOS DLA WSZYSTKICH DZIECI:
Mobilne planetarium**

Na placu przed muzeum stanie mobilne planetarium – zapraszamy dzieci na serię 15-minutowych kosmicznych pokazów i warsztatów. Planetarium działać będzie do godz. 18.00.

16.00

**KOSMOS DLA MŁODSZYCH DZIECI:
Budowa Układu Słonecznego**

Filozof i popularyzator nauki Łukasz Lamża poprowadzi zajęcia dla młodszych dzieci (w wieku 6-10 lat). Opowie o działaniu Słońca i planet, a potem wspólnie wykonamy żywy model Układu Słonecznego.

17.00

**KOSMOS DLA STARSZYCH DZIECI:
Jak duży jest wszechświat?**

Starszym dzieciom i młodzieży (w wieku 10-15 lat) Łukasz Lamża opowie o rozmiarach wszechświata. Jak daleko sięga nasz wzrok, jak wiele jesteśmy w stanie zbadać przy pomocy teleskopu i co może się kryć w miejscach, których nigdy nie zobaczymy?

19.00

NA ZAKOŃCZENIE:

Benefis Mikołaja Kopernika

W trakcie ostatniego wydarzenia festiwalu z profesorami Michałem Hellerem i Wojciech Sadyem porozmawiamy o Mikołaju Koperniku i jego rewolucji, zastanowimy się, co Kopernikowi mogliby powiedzieć późniejsi fizycy, a także posłuchamy muzyki Joachima Mencla.



PASMA DODATKOWE

**Wszystkie wydarzenia są bezpłatne. Na wszystkie warsztaty obowiązują zapisy mailowe (na adres: warsztaty@copernicusfestival.com, szczegóły na copernicusfestival.com).
Lekcje Czytania odbywają się w zgłoszonych wcześniej liceach.
Projekcje filmów i wystawy są otwarte dla wszystkich.**



MATERIAŁY PRASOWE K5

(na zdj. tamtejszy radioteleskop) oraz – przy dobrej pogodzie – obserwacje teleskopowe. Zajęcia poprowadzi Tomasz Kundera.
Czwartek 25 maja, godz. 20-23.
Zapisy: warsztaty@copernicusfestival.com

WARSZTATY: TAJEMNICE NIEBA

Zapraszamy na noc obserwacji nieba do Obserwatorium Astronomicznego UJ (ul. Orła 171 w Krakowie). W programie zwiedzanie

PROJEKCJE FILMÓW

W Kinie Mikro przy ul. Lea 5 w Krakowie odbędą się dwa pokazy filmów, z wprowadzeniem Bogusława Skowronka. Po filmach przewidziana dyskusja dla zainteresowanych.

Piątek 26 maja, godz. 22.00:

„Ga, ga. Chwała bohaterom” (reż. Piotr Szulkin)

Sobota 27 maja, godz. 22.00:

„Grawitacja” (reż. Alfonso Cuarón)



biogeografii) oraz warsztaty na temat powstawania skamieniałości. Zajęcia poprowadzą: Anna Zubek i Sławomir Florjan.
Sobota 27 maja. Grupa dla dzieci (szkoła podstawowa) – godz. 10; młodzież i dorośli – godz. 12.
Zapisy: warsztaty@copernicusfestival.com

WARSZTATY: TAJEMNICE ZIEMI

Zapraszamy do zwiedzania Centrum Edukacji Przyrodniczej UJ (ul. Gronostajowa 5 w Krakowie). W programie oprowadzanie po wystawie stałej (na zdj. fragment sekcji poświęconej



DAWID ŚCIGAŁSKI / MATERIAŁY PRASOWE

WYSTAWA: „KONSTELACJE”

Od wtorku 23 maja do niedzieli 28 maja zapraszamy na wystawę „Konstelacje” w krakowskiej Cricotece (ul. Nadwiślańska 2-4, Galeria Sztantnia), dostępną w godz. 11-19. Wernisaż wystawy w poniedziałek 22 maja o godz. 19.



eksperymentalną, zobaczymy największą w Polsce maszynę do badań naukowych oraz unikatowe kriomikroskopy elektronowe. Zajęcia poprowadzą Tomasz Kołodziej i Tomasz Sobol.
Wtorek 23 maja o godz. 10 i o godz. 12,
a także **czwartek 25 maja o godz. 10 i o godz. 12.**
Zapisy: warsztaty@copernicusfestival.com

WARSZTATY: TAJEMNICE ŚWIATŁA

Zapraszamy na oprowadzanie po Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS (ul. Czerwone Maki 98 w Krakowie, na zdj. widok z drona). Zwiedzimy halę

Badacze od wieków stawiają pytania o granice kosmosu i prawa, które nim rządzą. Artyści zaś testują granice sztuki, sprawdzają zasięg żywiołu materii twórczej i przypadku, świadomie zrywają z wcześniej wypracowanymi prawami.
„Konstelacje” to opowieść o abstrakcji przekraczającej ramy malarskiego mikrokosmosu. Na wystawie prezentowane są prace wideo, obrazy, obiekty malarskie budujące przestrzeń do działań edukacyjnych, społecznych i performatywnych. Autorzy prac: Mieczysław Waśkowski, Tadeusz Kantor, Wilhelm Sasnal, Marcin Janusz, Katarzyna Szymkiewicz, Sarkis.



WYSTAWA: „[...] orbium coelestium”

Od 23 do 28 maja zapraszamy do De Revolutionibus Ideas and Caffè (Pałac Lari-scha, Bracka 14 w Krakowie) na wystawę pt. „[...] orbium coelestium”. Mikrokosmos utkany ze znaczeń i form stanie się jedną z nieskończonej

liczby możliwych opowieści o kosmosie. Narrację tę zbudują prace artystek i artystów wizualnych: Marty Antoniak, Kornela Janczego, Kingi Nowak, Klaudii Opoki, Moniki Pawłowskiej, Oli Sikory, Joanny Tochman, Katarzyny Wyszowskiej i Michała Zawady (na zdj. „Krajobraz z górą i kometa” jego autorstwa).

Wernisaż wystawy w **środe 24 maja o godz. 18.**

Partnerem wystawy jest Future Law Lab na WPiA UJ.



WYSTAWA: „Kosmos przed Kopernikiem i po nim. Podróż po różnych wszechświatach”

Od wtorku 23 maja do niedzieli 28 maja w godz. 10-18 zapraszamy do Muzeum Inżynierii i Techniki przy ul. św. Wawrzyńca 15

w Krakowie na interaktywną podróż przez historię kosmologii – od czasów przedkopernikańskich po współczesną erę eksploracji kosmosu.

Pokażemy m.in. fragment meteorytu Pułtusk, faksymile rękopisu „De revolutionibus” Kopernika, chronokinematograf Tadeusza Banachiewicza, skany „Selenografii” Heweliusza i „Sidereus nuncius” Galileusza, a także Phobosa (na zdj.) – łazika planetarnego z AGH. W programie również pokazy wirtualnej rzeczywistości – obserwacje Ziemi z kosmosu.

LEKCJE CZYTANIA

W ramach tego pasma rozmawiamy z uczniami krakowskich liceów o współczesnej nauce, na podstawie fragmentów książek popularnonaukowych. Wydarzenie odbywa się w zgłoszonych wcześniej szkołach.

Zajęcia poprowadzą: Sabina Janeczko, Jędrzej Grodniewicz, Tomasz Miller, Mateusz Hohol i Sebastian Szybka.

Omówimy następujące książki: Paul Davies „Milczenie gwiazd”; Stanislas Dehaene „Jak się uczymy”; January Weiner, January Weiner 3 „Skąd się wzięło życie na Ziemi”; Peter Godfrey-Smith „Metazoa. Od szklanych gąbek i morskich smoków do ukrytej krainy umysłu”, P.J.E. Peebles „Stulecie kosmologii. Jak zrozumieliśmy wszechświat”.

MATERIAŁY FILMOWE

Będzie je można oglądać na stronie copernicusfestival.com. Poniżej podajemy dzień i godziny ich premiery. Pasma „Śniadania mistrzów” emitowane będzie również na antenie RMF Classic.

ŚNIADANIA MISTRZÓW

Rozmowy ze znakomitymi naukowcami, artystami i literatami. **Codziennie o godz. 8.40.**

- 23 maja:** Jerzy Dzik. Piękno wymarłego życia.
Prowadzenie: Łukasz Lamża
- 24 maja:** Agnieszka Pollo. Warto patrzeć w niebo.
Prowadzenie: Grzegorz Jasiński
- 25 maja:** Aleksander Wolszczan. Ziemie obiecane.
Prowadzenie: Tomasz Miller
- 26 maja:** Wojciech Bonowicz. Między wierszami.
Prowadzenie: Anna Goc
- 27 maja:** Katarzyna Figura. Per aspera ad astra, czyli o aktorskiej drodze.
Prowadzenie: Bogusław Skowronek

NAUKA CZYTANIA

W serii krótkich filmów tropimy naukowe wątki w klasycznej literaturze dla dzieci. **Premiera codziennie o godz. 10.**

- 23 maja:** Julian Tuwim, „Dyzio marzyciel”.
Prowadzenie: Diana Sałacka
- 24 maja:** Hans Christian Andersen, „Królowa śniegu”.
Prowadzenie: Anna Skoczeń
- 25 maja:** Antoine de Saint-Exupéry, „Mały księżę”.
Prowadzenie: Łukasz Lamża
- 26 maja:** Hans Christian Andersen, „Batwan ze śniegu”.
Prowadzenie: Małgorzata Krzeczowska
- 27 maja:** Hugh Lofting, „Doktor Dolittle i jego zwierzęta”.
Prowadzenie: Karol Kleczka

INVENTIO

Miniwykłady o kosmicznych technologiach. **Premiera codziennie o godz. 13.**

- 23 maja:** Tomasz Tarnawski,
Per technologiam ad astra,
czyli technologie w służbie człowieka
- 24 maja:** Piotr Homola, Czy w CREDO
widzimy ciemną materię?
- 25 maja:** Milena Michalska „Rakietciara”,
Strawne wprowadzenie do inżynierii
raketowej
- 26 maja:** Teodor Buchner, Ręka, która rządzi
technologią, rządzi światem
- 27 maja:** Nina Bażela, Barbara Szaflarska,
AGH Space Systems, Jak wystać krewetki
rakieta i zaprzyjaźnić się z łazikiem
marsjańskim?

Wygraliśmy w kosmicznej loterii

BERNARD CARR, MATEMATYK I KOSMOLOG:

Większość fizyków ma zbyt materialistyczne i zbyt redukcjonistyczne nastawienie. Zakładają, że nie istnieje żadna inna rzeczywistość poza materialną, a wszystko da się wyjaśnić na gruncie oddziaływań między cząstkami.

MARTA BIELIŃSKA: Jest Pan matematykiem i kosmologiem, ale zainteresowania ma znacznie szersze, zresztą stanowią dość nietypowe połączenie. Skąd się wzięły?

PROF. BERNARD CARR: Gdy byłem piętnastoletnim uczniem w szkole z internatem Harrow, pewnego razu coś przeskrobałem – nie będę wchodził w szczegóły! – i za karę musiałem zostać w pokoju. Nie mając lepszego zajęcia, zabrałem się za lekturę trzech książek, które zmieniły moje życie.

Pierwszą było „ABC teorii względności” Bertranda Russella. To wzbudziło moje zainteresowanie fizyką teoretyczną. Drugą pozycją był „Eksperyment z czasem” autorstwa J.W. Dunne’a, opisujący jego domniemane prekognitywne sny oraz autorską teorię czasu. Tak zaczęło się moje zainteresowanie parapsychologią, powiązaną z fizyką przez rozważania o czasie. Trzecią książką było „Trzecie oko” Lobsanga Rampy – rzekomo byłego lamy tybetańskiego, którego duch wstąpił w ciało kornwalijskiego rybaka. Jego doświadczenia z Tybetu zaintrygowały mnie, gdyż sugerowały związek między zjawiskami parapsychologicznymi oraz mistycznymi. Tak oto, poniekąd ironicznie, bieg mojego życia został wyznaczony przez fakt, że coś przeskrobałem.

Kontynuowałem wszystkie te zainteresowania podczas moich studiów licencjackich z matematyki na Uniwersytecie w Cambridge, gdzie dołączyłem do uczelnianego Koła Astronomicznego, Koła Badań Parapsychologicznych, a także Koła Buddyjskiego. Po

studiach zrozumiałem, że parapsychologia nie oferuje dobrych perspektyw zawodowych, ani że nie jestem dostatecznie gorliwy, aby zostać buddyjskim mnichem. Zdecydowałem się więc na karierę jako fizyk.

I został Pan jednym z pierwszych doktorantów Stephena Hawkinga. Hawking był już wtedy znany?

To był rok 1972, pół wieku temu. Gdy zostałem moim promotorem na studiach doktoranckich w Cambridge, Stephen nie był tak powszechnie znany. Choć już wtedy uchodził za znakomitego fizyka. Gdy zostałem przyjęty na doktorat, usłyszałem, że Hawking jest najbardziej błyskotliwą osobą na wydziale. To mnie z początku onieśmiało. W czasach, kiedy byłem jego doktorantem, przewidział teoretycznie tzw. promieniowanie Hawkinga, czyli promieniowanie cieplne z czarnych dziur. Było to jedno z najdonioślejszych osiągnięć fizycznych w drugiej połowie XX w.

Również ja skorzystałem z uznania, które zdobył, gdyż jeździłem z nim na wiele konferencji i uroczystości, podczas których odbierał nagrody. Dało mi to możliwość poznania moich naukowych bohaterów, takich jak Richard Feynman czy Paul Dirac. Poznałem nawet papieża! Jednak dopiero po publikacji „Krótkiej historii czasu”, której pierwszy szkic czytałem podczas długiej podróży pociągiem po Chinach ze Stephenem, Hawking stał się postacią ikoniczną, znaną poza światem naukowym.

Łączyła Was bliska relacja?

Nasza znajomość była, z oczywistych względów, bardziej osobista niż typowa relacja między studentem a promotorem. Gdy byłem w Cambridge, Stephen jeździł już na wózku inwalidzkim. Wszędzie razem podróżowaliśmy i jadaliliśmy wspólnie. W ostatnim roku mojego doktoratu pojechaliśmy do Caltech w Los Angeles, gdzie mieszkałem z jego rodziną. W zamian za pomoc Stephenowi w codziennych zadaniach, a także za okazjonalne zajmowanie się jego dziećmi nie musiałem płacić czynszu. Udało mi się bardzo dobrze poznać jego rodzinę, z którą szczerze się zaprzyjaźniłem.

Później jego niepełnosprawność pogłębiła się, stracił głos. Został wybitnym umysłem zamkniętym w ograniczonym ciele, a to przyczyniło się do powstania legendy Hawkinga. Ale wielkim uczonym byłby oczywiście niezależnie od niepełnosprawności. Promotorem był inspirującym. W kilku zdaniach podsuwał pomysły, nad którymi później pracowałem przez wiele tygodni.

Zatrzymajmy się na buddyzmie. Skąd to zainteresowanie?

Studia w Cambridge zacząłem pod koniec lat 60., gdy wielu młodych ludzi, łącznie ze mną, było zainteresowanych medytacją. Formalnie jestem chrześcijaninem, ale buddyjska filozofia przemawia do mnie bardziej niż filozofia chrześcijańska. Nigdy nie byłem jednak nabożnym buddystą – w przeciwieństwie do mojego przyjaciela Pete’a Bettsa, który został mnichem i późniejszym założycielem Zachodnioaustralijskiego



MICHAŁ DYAKOWSKI

Towarzystwa Buddyjskiego. Obecnie znany jest jako Ajahn Brahm i ma miliony naśladowców.

Jednym z powodów mojego zainteresowania buddyzmem jest fakt, że część objawień Buddy odnosiła się do natury świata fizycznego. W sutrach można znaleźć szacunkowy wiek wszechświata, który zaskakująco dobrze odpowiada współczesnym naukowym przybliżeniom. Te teksty były napisane pięć wieków przed naszą erą i oczywiście moi znajomi naukowcy nie chcą nawet słyszeć, że coś, czego odkrycie pochłonęło miliardy dolarów, zostało przewidziane przez mężczyznę medytującego pod drzewem.

Osobiście nie widzę w tym nic dziwnego, że ktoś o rozwiniętej duchowości mógłby mieć pewien wgląd w kosmo-

logię. Nie ograniczam jednak mojego zainteresowania religią do buddyzmu.

W samej fizyce nie stronił Pan od kontrowersyjnych tematów: precyzyjne dostrojenie stałych fizycznych, początek wszechświata, inne wszechświata...

Spora część moich badań obejmuje kosmologię głównego nurtu: np. czarne dziury, ciemną materię, fale grawitacyjne, a także początki wszechświata. Istnienie ciemnej materii jest obecnie powszechnie uznawane, choć nie wiemy, czym ona jest. Jednakże pracowałem również nad wieloma zagadnieniami – takimi jak zasada antropiczna, wieloświat oraz pierwotne czarne dziury – które są bardziej kontrowersyjne i nie przyciągają aż takiego zainte-

resowania. W bardziej konwencjonalnych gałęziach fizyki istnieją setki ludzi pracujących nad jednym tematem, co prowadzi do sporej rywalizacji. Jednego dnia piszesz artykuł, a w ciągu tygodnia ukazuje się mnóstwo nowych publikacji na ten sam temat. Jest to jeden z powodów, dla którego zawsze bardziej lubiłem pracować nad tematami spoza głównego nurtu. Nie ma w nich aż takiej rywalizacji.

Można jednak powiedzieć, że te mniej konwencjonalne obszary są zbyt spekulatywne. Zazdrościł Pan kiedyś tym fizykom, którzy mogą łatwo przetestować swoje hipotezy w laboratoriach?

Część moich badań, np. tych nad wieloświatem, może być uznana za zbyt





■ Elizabeth
Kolbert
**SZÓSTE
WYMIERANIE**
Filtry

Epitafium dla nosorożców

NA ŚWIAT przychodzą tak wło-
chate, że wyglądają, jakby ktoś
poskładał je z ciała czarnego
niedźwiadka i głowy zdziwionego
żrebaka. Potem ich owłosienie za-
czyna zmieniać barwę i staje się
rude lub rdzawobrzowe. Dopiero
gdy całkiem dorosną, gęsta sierść
ustępuje miejsca przerzedzonej
szczecinie, rzadko pokrywającej
czerwonobrunatną skórę.
Nawet jako dorosłe osobniki
nie są zbyt okazałych
rozmiarów. Mierzą nie więcej
niż 130 cm w kłębie. Nie
dorastają w tym względzie do
lepiej znanych nosorożców
afrykańskich. Nie tączy ich
z nimi zresztą szczególnie bliskie
pokrewieństwo. Nosorożce
sumatrzańskie, bo o nich mowa,
najbliższych krewniaków już
straciły, a wkrótce i ich może
zabraknąć. Kiedyś występowały
od Azji Południowo-Wschodniej
aż do podnóża Himalajów.
Dziś na wolności żyje ledwie
kilkadziesiąt osobników, ale ich
populacje są bardzo niestabilne
i nie mają zbyt wielu możliwości
krzyżowania się ze sobą.
Osobniki trzymane w niewoli też
nie rozmnażają się intensywnie.
Uczeni dokładają starań, by ten
stan rzeczy się zmienił i aby
niezwykły azjatycki nosorożec
przetrwiał „szóste wymieranie”.
Ten masowy pomór gatunków
spowodowany jest przez
działalność człowieka, którą
autorka opisuje równoległe
z opowieścią o nowatorskich
i bohaterskich dążeniach tej
części ludzkości, która pragnie
odwrócić bieg wydarzeń i ocalić
stojące nad przepaścią gatunki
zwierząt oraz roślin.

© MAT

⇒ spekulatywną. To jest jednak cena,
którą trzeba zapłacić, gdy pracuje się
w fizyce fundamentalnej.

Może się okazać, że trzeba czekać
bardzo długo, zanim dostanie się jakieś
dane potwierdzające teorię. Z tego po-
wodu nie należy się zbyt niemo-
dliwie tym, czy twoje pomysły są praw-
dziwe, czy nie. Zamiast tego trzeba za-
pytać, czy te badania są użyteczne. Ja
nie mogę narzekać – nie wiem, czy
moje teorie są prawdziwe, ale badania
nad nimi są dla mnie użyteczne. Spra-
wiają mi radość i zapewniły mi pracę
i pensję przez pięćdziesiąt lat.

Zresztą, wiele obecnych ważnych teorii fizyki czekało dekady na po- twierdzenie.

No właśnie. Choć czarne dziury zo-
stały przewidziane w 1916 r., odkryto
je pół wieku później. Istnienie fal gra-
witacyjnych postulowano mniej wię-
cej w tym samym czasie, a miały na
odkrycie czekać sto lat. Cząstkę Higgsa
znaleziono 50 lat po tym, jak została
przewidziana. Wielu naukowców
umiera, zanim się dowiadują, czy ich
teoria była prawdziwa.

Oczywiście, istnieją zalety pracy nad
teoriami, które mogą być zweryfiko-
wane w niedalekiej przyszłości. Jeżeli
twoja teoria jest błędna, to chcesz, aby
została obalona wcześniej, aby nie tra-
cić na nią więcej czasu. Ludzie pracu-
jący w bardziej konwencjonalnych ob-
szarach kosmologii wiedzą, że to, nad
czym pracują – np. promieniowanie tła
– istnieje. Możliwe, że ani wieloświata,
ani pierwotnych czarnych dziur nie ma
– choć mam nadzieję, że są. Z drugiej
strony, zaletą pracy nad bardziej speku-
latywnymi teoriami jest to, że nie mogą
być łatwo obalone!

Mówi Pan często o ograniczeniach fizyki – że nie daje ona odpowie- dzi na wszystkie pytania, jakie możemy zadać na temat świata. Stąd to zainteresowanie metafizy- ką?

Większość fizyków ma zbyt ma-
terialistyczne i zbyt redukcjoni-
styczne nastawienie. Przez „ma-
terialistyczne” rozumiem to, iż
zakładają oni, że nie istnieje żadna
inna rzeczywistość poza materialną,
a przez „redukcjonistyczne” rozumiem

to, iż zakładają oni, że wszystko
w świecie może być wyjaśnione
na gruncie oddziaływań między
fundamentalnymi cząstkami. I gdy
w końcu zrozumiemy, jak te cząstki
oddziałują, zrozumiemy wszystko.

Uważam jednak, że istnieje jeden
element świata, który przekracza ma-
terializm i redukcjonizm, którego
wszyscy doświadczamy: świadomość.
Większość fizyków powie, że świadomość
jest przygodną cechą wszech-
świata, produkowaną przez nasze mózgi.
Wobec tego obserwujemy świat
w sposób pasywny i nie wpływamy
na niego przez obserwację. Faktycz-
nie, sukces fizyki w wyjaśnianiu rze-
czywistości fizycznej – począwszy od
najmniejszej skali subatomowej aż po
modele całego wszechświata czy na-
wet wieloświata – jest przykładem suk-
cesu *mindlessness*. Do wyjaśnienia tego
wszystkiego nie trzeba się odwoływać
do świadomości.

Moja filozofia kładzie natomiast nacisk
na *mindfulness*. Uważam, że umysł
jest fundamentalny i istnieje interak-
cja między świadomością a rzeczywi-
stością fizyczną. Jednym z przykładów
takiej interakcji jest rola obserwatora
w mechanice kwantowej. Bardziej kon-
trowersyjne przykłady to telepatia, psy-
chokineza czy jasnowidzenie, które su-
gerują bezpośrednią interakcję świa-
domości i świata fizycznego. Sądzę, że
musi istnieć jakiś przyszły paradygmat
fizyki, który będzie *explicite* zawierał
umysł i świadomość.

Dośliśmy do trzeciego obszaru Pańskich zainteresowań – para- psychologii. Był Pan nawet prze- wodniczącym Towarzystwa Badań Parapsychologicznych. Na czym takie badania polegają?

Badania parapsychologiczne obej-
mują wiele obszarów – nie tylko wspo-
mniane wcześniej anomalne rodzaje
poznania, które mogą być badane
eksperymentalnie, ale również takie
stany świadomości, jak doświadcze-
nia pozacielesne, doświadczenia oko-
łośmiertne czy też doświadczenia mi-
styczne. Wszystkie te zjawiska są kon-
trowersyjne – nauka głównego nurtu
albo całkowicie odrzuca ich istnienie,
albo twierdzi, że są całkowicie nienau-
kowe. Parapsychologia aspiruje jednak

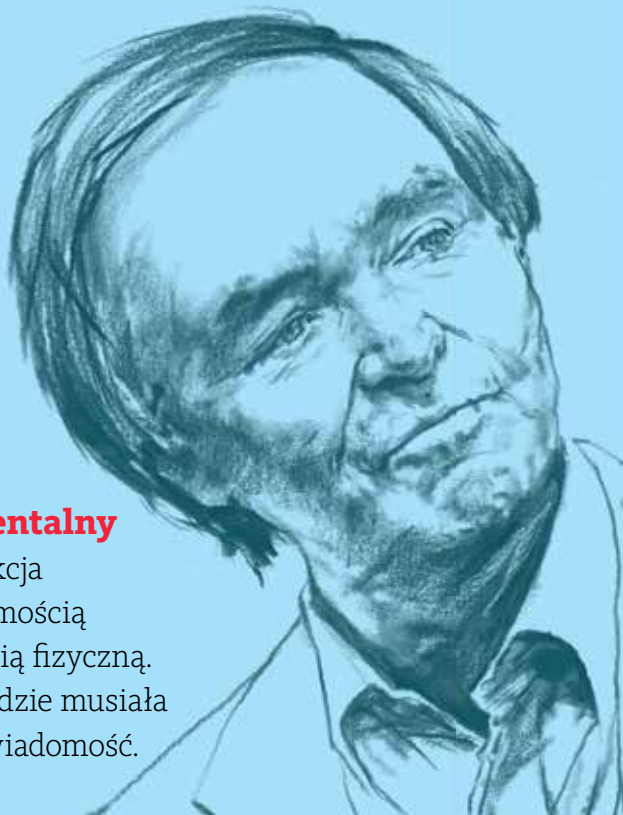


■ *Lucja Malec-Kornajew*
ZŁOTY POCIĄG
Znak Emotikon

Dla małych detektywów

FRANCISZEK XAWERY postanowił wybrać się na wieś. 1 października 1933 r. opuścił swój krakowski pałacyk przy ulicy Potockiego (dzisiaj: Westerplatte), upewnił się, że drzwi wejściowe zostały zamknięte na klucz, i wyjechał razem ze służbą za miasto. Dom został pusty, jeśli nie liczyć bardzo cennego zbioru dzieł sztuki: obrazów, rzeźb, porcelany. Ta kolekcja była oczkiem w głowie właściciela, wzbudzała również zachwyt gości i pasjonatów sztuki. Franciszek Xawery udostępniał swoje arcydzieła zwiedzającym, a drzwi do jego pałacyku były zwykle otwarte dla przechodniów. Domownicy wrócili dopiero wieczorem i od razu odkryli, że brakuje najcenniejszego elementu z kolekcji: obrazu „Adoracja Dzieciątka”, namalowanego w XV w. przez Lorenza Lotta. Malowidło przedstawiało Matkę Boską z Jezusem na kolanach. Parze towarzyszył Józef, Jan Chrzciciel, Franciszek z Asyżu oraz Katarzyna Aleksandryjska. Kto ukradł cenne dzieło? Rozwiązanie tej oraz wielu podobnych zagadek to zadanie młodych czytelników, którzy na czas lektury stają się członkami Dziecięcego Biura Detektywistycznego. Przyjmują zlecenia związane z prawdziwymi kradzieżami i zaginięciami dzieł sztuki. A potem krok po kroku analizują różne scenariusze, rekonstruują wydarzenia i – niejako przy okazji – zdobywają ogromną wiedzę na temat historii, sztuki i kulturowego dziedzictwa naszego kraju. © MAT

Uważam,
że umysł
jest fundamentalny
i istnieje interakcja
między świadomością
a rzeczywistością fizyczną.
Nowa fizyka będzie musiała
uwzględnić świadomość.



do badania tych zjawisk w sposób naukowy. W takim sensie stanowi ona most pomiędzy nauką i duchowością, doskonale wpisując się w moje zainteresowania.

Budowanie takiego mostu nie jest komfortowe, gdyż pociąga krytykę z obu stron. Np. badacze z obszaru parapsychologii są krytykowani przez naukowców, gdyż naukowcy nie wierzą w zjawiska paranormalne, a także przez mistyków, ponieważ mistycy nie są zainteresowani redukcjonistyczną perspektywą przyjmowaną w nauce. Ponadto, jeżeli ktoś znajduje się na ścieżce duchowej, zjawisko paranormalne jest uważane za rozpraszające na drodze osiągnięcia najwyższego celu, czyli oświecenia. Łączenie tych trzech zagadnień nie jest łatwe.

Wróćmy na grunt fizyki. O co chodzi z wieloświatem? I czy fizyka daje jakieś dowody na jego istnienie?

Słowo „wieloświat” pojawia się w wielu różnych kontekstach, więc

najpierw trzeba wyszczególnić różne teorie wieloświata. Nie należy ich wszystkich odrzucać, ale też nie każdą warto akceptować. W szczególności wieloświat jest przewidziany w wielu modelach kosmologicznych oraz fizyki cząstek. Np. krajobraz teorii strun, opisującej cząstki, oraz niektóre modele inflacyjne wczesnego świata zdają się sugerować, że mogą istnieć inne światy, różniące się od naszego pewnymi fundamentalnymi własnościami (np. wartością stałej kosmologicznej, decydującej o tempie rozszerzania się lub kurczenia się wszechświata).

Choć wieloświat jest przewidywany przez szanowaną fizykę, problemem jest brak bezpośrednich dowodów na istnienie innych światów. W szczególności nie możemy „wyjrzeć” poza horyzont naszego świata, który jest ograniczony przez odległość, jaką światło zdążyło przewędrować od Wielkiego Wybuchu.

Wiele osób powie, że nie jest to „prawdziwa” kosmologia, ponieważ →



■ Pablo Barrechequiren, Isa Loureiro
MÓZG, JAKIEGO NIE ZNACIE
Debit

Co pan powie, panie Santiago

POD KONIEC XIX W. mózg był nadal bardzo tajemniczym organem. Jego badanie funkcjonalne jest ogromnym wyzwaniem również dla współczesnej nauki, ale ówczesni uczeni nie wiedzieli nawet, jak zbudowane i rozgałęzione są neurony. Problem polegał nie tyle na braku możliwości odpowiedniego powiększenia struktur, które budują mózgowie, ile na odpowiednim ich barwieniu i izolowaniu. Mistrzem w jednej i drugiej kategorii był hiszpański anatom Santiago Ramón y Cajal, uznawany za ojca współczesnej neurobiologii. To właśnie inspirowana tym badaczem postać prowadzi młodych czytelników przez kolejne zagadnienia tej książki: od neurogenety do przewodnictwa nerwowego, od plastyczności mózgu po jego choroby.

Ramón y Cajal świetnie nadaje się do powierzonej mu roli, nie tylko ze względu na to, że poznał tajniki neurobiologii, ale też dlatego, że był barwną postacią. Z kolegą po fachu i współnoblisłą, Camillo Golgim, łączyły go raczej chłodne relacje. Obaj mężczyźni konkurowali na gruncie naukowym. Kiedy Golgi sądził, że neurony wrastają w siebie i przechodzą jeden w drugi, Ramón y Cajal uważał, że ich odgałęzienia nie łączą się ze sobą (miał rację). Gdy pierwszy wynajdował przetłomową metodę barwienia komórek, drugi krytykował ją za zbyt małą wybiórczość, udoskonalał i stosował z powodzeniem. Warto wgłębić się nie tylko w kulisy tych odkryć, ale też w ich efekty, z których zresztą korzystamy do dziś. © MAT

⇒ nie mamy dowodu na wieloświat, więc wolę nazywać ten obszar badawczy „metakosmologią”. Jednakże, być może będziemy mieć takie dowody w przyszłości. Być może odkryjemy dodatkowe wymiary przestrzeni lub jednoznacznie rozwiążemy równanie tzw. M-teorii, aby znaleźć perfekcyjną teorię wieloświata.

Wiele pomysłów w historii kosmologii zaczynało jako niepotwierdzone teorie, a później stawały się w pełni szanowaną fizyką. Wczorajsza metakosmologia jest dzisiejszą kosmologią, a dzisiejsza metakosmologia jest kosmologią jutra. Wierzę, że to samo spotka teorię wieloświata.

Wieloświat odpowiada Panu z powodów filozoficznych?

Teoria wieloświata może być wykorzystana do wyjaśnienia „precyzyjnego dostrojenia” stałych fizycznych, które wydaje się konieczne, aby mogli pojawić się obserwatorzy. Np. stała kosmologiczna musi być tak precyzyjnie dostrojona, tzn. jej wartość musi mieścić się w ścisłych granicach, aby mogły uformować się galaktyki. Niektórzy uważają to za przypadek, ale ja nie zgadzam się z nimi, gdyż obserwujemy zbyt dużo takich niewyjaśnionych „zbiegów okoliczności”.

Gdy w 1979 r. wspólnie z Martinem Reesem napisaliśmy artykuł o tych precyzyjnych dostrojeniach, stał się on bardzo kontrowersyjny. Wiele osób powiązało go z filozofią czy nawet teologią. Ale to nie było naszą intencją. Wieloświat wyjaśnia precyzyjne dostrojenia bez potrzeby przywoływania boskiej interwencji.

Możemy to zilustrować na przykładzie loterii. Jeżeli kupisz los i wygrasz milion dolarów, możesz pomyśleć, że dokonał się cud.

Ale to nie jest żaden cud, gdyż milion ludzi kupiło ten los – i ktoś musiał wygrać. Podobnie jest z wieloświatem. Jeżeli istnieje jeden wszechświat i ten wszechświat akurat sprzyja życiu, to jest to cud.

Jednak jeżeli istnieją miliardy wszechświatów, w których życie nie mogło powstać, to cud znika. Jeśli przyjmiemy istnienie wielu wszechświatów, to ten nasz, przyjazny dla życia, z odpowiednią stałą kosmolo-

giczną, jest taką właśnie przewidywaną wygraną w loterii.

Spróbujmy przewidzieć przyszłość. Jak fizyka i kosmologia będą wyglądać w następnych dekadach?

Jednym z najbardziej naglących pytań jest to o ciemną materię i ciemną energię. Wiadomo, że wszechświat składa się w 5 proc. z materii zwykłej, w 25 proc. z ciemnej materii, a w pozostałych 70 proc. z ciemnej energii. Wciąż nie wiemy, czym są ciemna materia i ciemna energia, ale moim ulubionym kandydatem na ciemną materię są pierwotne czarne dziury, uformowane krótko po powstaniu wszechświata. Wielu ludzi myśli, że ciemna energia może być stałą kosmologiczną, ale jest to pytanie otwarte.

Jeszcze innym pytaniem jest to o przeszłość i przyszłość świata. Często mówimy, że świat powstał ok. 13,8 mld lat temu w wyniku Wielkiego Wybuchu. Ten pogląd odpowiada osobliwości przewidzianej przez fizykę relatywistyczną. Jednakże wielu kosmologów uważa, że to nie wtedy powstał wszechświat. Sugerują, że Wielki Wybuch był poprzedzony przez Wielki Kolaps, i że ewolucja wszechświata postępuje w sposób cykliczny.

Kolejnym ważnym pytaniem jest to o możliwość istnienia dodatkowych wymiarów poza czterema wymiarami czasoprzestrzennymi. Nie znaleziono ich eksperymentalnie, ale są one przewidziane przez niektóre teorie fizyczne. Jestem szczególnie zainteresowany odpowiedzią na to pytanie, ponieważ w moim projekcie rozszerzenia fizyki o świadomość dodatkowe wymiary mogłyby stworzyć przestrzeń dla doświadczeń mentalnych: być może istnieje wymiar dla doświadczeń okołosmiertnych, inny wymiar dla doświadczeń pozacielesnych, itd. Ale na tym etapie to jedynie spekulacje.

© Rozmawiała MARTA BIELIŃSKA

BERNARD J. CARR jest emerytowanym profesorem matematyki i astronomii na Queen Mary University of London.

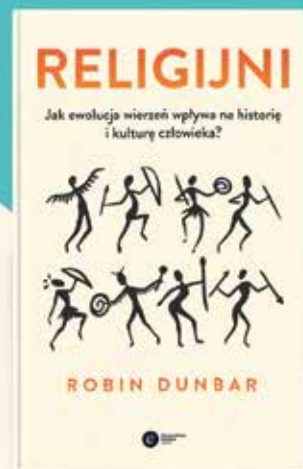
Copernicus Festival

**RMF
CLASSIC**

Festiwalowe **Śniadanie Mistrzów**
codziennie od 8:40
Rozmowy dostępne również na
rmfclassic.pl

OGŁOSZENIA WSPÓŁWYDAWCY

Nowości Copernicus Center Press



WYDAJEMY DO MYŚLENIA





NATALIA POLASIK / MOONWATERPL

Natalia Polasik, „Narodziny”, 2023 r.

Środek jest wszędzie

MICHAŁ HELLER

Kopernik przesunął jedynie środek wszechświata – niewiele, z Ziemi na Słońce. Późniejsi czytelnicy jego dzieła zrozumieli to jako degradację człowieka, który przestał być koroną stworzenia, a stał się istotą z marginesu.

Wedle potocznego przekonania rewolucja kopernikowska pozbawiła człowieka jego centralnej pozycji we wszechświecie. Miał to być skutek obalenia geocentrycznego wszechświata i zastąpienia go takim, w którym obowiązuje zasada Kopernika. Zgodnie z nią we wszechświecie nie ma miejsc uprzywilejowanych. Dowolnie umieszczony obserwator widzi średnio taki sam obraz wszechświata jak inni obserwatorzy. Ideologiczne konsekwencje kopernikowskiej rewolucji całkowicie zmieniły perspektywę, z jakiej oglądamy wszechświat. Sam Kopernik jedynie w kilku miejscach dotknął zaledwie filozoficznych aspektów swojego dzieła. Dopiero następne pokolenia rozwinęły te aspekty do niebotycznych (dosłownie!) rozmiarów, często przypisując Kopernikowi poglądy, których wcale nie głosił.

Sny o wszechświecie

Jeżeli istoty rewolucji kopernikowskiej dopatrywać się w przeniesieniu układu odniesienia z Ziemi do innego miejsca we wszechświecie, to pierwszym myślicielem, który w praktyce zastosował taki zabieg, był Kepler. W „Somnium seu Astronomia Lunaris” spojrzął na Ziemię z innego ciała niebieskiego – Księżyca.

W tamtym czasie sny (łac. *somnia*) miały dobrze ustaloną pozycję w filozoficznej literaturze. Już Cicero pod koniec „Rzeczypospolitej” opowiedział „Sen o Scipionie”. Scipion Africanus Starszy unosi Scipiona Młodszego do najwyższej sfery niebieskiej, *stellatum*, i stamtąd ukazuje mu Kartaginę. „Scipion zauważył, że

gwiazdy są globami, które znacznie przewyższają Ziemię wielkością. Istotnie, Ziemia teraz wydawała się tak stosunkowo mała, że imperium rzymskie, które było zaledwie trochę większe od punkcika na tej maleńkiej powierzchni, wzbudziło w nim pogardę”. „Sen” Cicerona był bardzo popularny w średniowieczu i ówczesni myśliciele wyczytywali z niego naukę, że Ziemia jest nic nieznaczącym szczegółem w porównaniu z ogromem kosmosu. Przesłanie Keplera było zgoła inne. Jak wyznał: „Celem mego »Snu« jest przedstawienie dowodu na ruch Ziemi albo raczej próba odparcia, na przykładzie Księżyca, zarzutów biorących się z powszechnego sprzeciwu rodzaju ludzkiego”.

Przyjazne duchy przenoszą bohatera opowiadania na Lewanię (takie imię Kepler nadał Księżycowi) i ukazują mu jej geografiię i mieszkańców, ale przede wszystkim niebieską panoramę, jaka rozciąga się nad ich głowami. Kepler dokładnie opisuje zjawiska związane z Ziemią, Słońcem i planetami, ich ruchami, rozmiarami, oświetleniem, tak jak one ukazują się mieszkańcom Księżyca. Przedstawia także księżycowe pory roku. W licznych przypisach wszystko to jest udokumentowane drobiazgowymi obliczeniami, co sprawia, że to niewielkie dziełko jest czymś więcej niż tylko tworem literackiej wyobraźni.

Konkluzja Keplera nie pozostawia wątpliwości: Lewania wydaje się swoim mieszkańcom tak nieruchoma, jak nam wydaje się Ziemia. Potwierdza to system Kopernika „nie tylko dlatego, że porusza Ziemię, lecz także dlatego, że traktuje Księżyc jak Ziemię”.

Ta wyobrażeniowa podróż ziemskiego obserwatora na Księżyc zainicjowała jeden z najobfitszych w skutki procesów w historii ludzkiej kultury. Skutki te są mocno widoczne nie tylko w zachodniej filozofii, lecz również w zachodniej teologii, a także w jej stosunku do nauki. Ażeby jednak ten wpływ właściwie docenić, musimy się cofnąć do czasów, kiedy Ziemia zajmowała jeszcze centralną pozycję we wszechświecie.

Opisując przedkopernikowski obraz świata, będę szedł za analizami C.S. Lewisa, zawartymi w jego „Odrzuconym obrazie”. Choć zgodnie z intencją autora ma to być jedynie „wprowadzenie do literatury średniowiecznej i renesansowej”, można z tej książki dowiedzieć się więcej na temat średniowiecznej kosmologii niż z niejednej astronomicznej monografii. Nie będę się wszakże interesować spekulacjami średniowiecznych filozofów i astronomów na temat kosmologii, lecz jedynie tym, co Lewis nazywa Modelem. „Jest nim sama średniowieczna synteza, cała organizacja teologii, nauki i historii w jeden złożony, harmonijny umysłowy model wszechświata”. Ten Model jest obecny w dziełach sztuki i literatury raczej niż w filozoficznych i naukowych pracach tamtej epoki. W każdej epoce dzieła filozoficzne i naukowe przyczyniają się do tworzenia tego, co moglibyśmy nazwać tłem dla sztuki i literatury. To „tło” jest jednak bardzo wybiórcze. Zapożycza od nauk i filozofii tylko te elementy, które wydają się zrozumiałe dla laików oraz przemawiają do wyobraźni i emocji. „Tak więc nasze dzisiejsze tło zawiera mnóstwo z Freuda i mało z Einsteina. Do średniowiecznego tła należy porządek i wpływ →



■ Agnieszka
Graclik
**DZIKI
PORADNIK
PRZETRWANIA**
Wilga

Nie daj się zjeść

ZEBRY spokojnie skubią trawę. Tuż obok – w odległości kilku metrów – wylegują się lwy. Dlaczego roślinożercy nic sobie nie robią z drapieżników? To proste. Jest środek dnia, a z nieba leje się żar. To nie pora, w której kotowate chętnie podrywają się do polowania. Zresztą widać, że są najedzone: w ogóle nie zwracają uwagi na pasące się stada i leżą brzuchem do góry. Tylko po co zebry ryzykują? Przecież nawet jeśli lwy nie rzucają się do ataku, to pasienie się tuż obok nich wiąże się z większym ryzykiem niż wypas z dala od drapieżników. Czy jednak oddalenie się od drapieżnika na pewno oznacza redukcję zagrożenia? Wróg widoczny to wróg znany – jego ruchy łatwo obserwować, a zachowania da się przewidzieć. Dlatego zebry pasące się obok stada lwów w rzeczywistości korzystają z ich ochrony. Mogą być niemal pewne, że stawiając kopyta tuż przy pyskach odpoczywających drapieżników, nie narażają się na ataki innych polujących: ukrytych, a więc nieznanych i trudnych do przewidzenia. Ryzyko, że inne stado (lwów czy hien) wkroczyłoby na teren konkurentów, jest bardzo małe. Mniejsze niż szansa na aktualny atak śpiącego stada. Takie szacunki są podstawą przetrwania, niezależnie od tego, czy strategią danego gatunku jest ucieczka, kamuflaż, czy jad. Więcej na ten temat dopowie „pani z psyry”, czyli popularna edukatorka przyrodnicza.

© MAT

⇒ planet, lecz niewiele z epicyklów i kół ekscentrycznych”. Tego rodzaju tło odznacza się zawsze dużą bezwładnością, umiera w męczarniach i znacznie wolniej niż naukowe modele.

W kosmicznym śmietniku

C.S. Lewis uważa Model za osiągnięcie średniowiecza porównywalne z „Sumą teologiczną” św. Tomasza czy „Boską komedią” Dantego. Widzimy w nich „spokojną, niezmordowaną, radosną energię namiętnie systematycznych umysłów, doprowadzających ogromne masy niejednorodnego materiału do jedności”. Spośród nich Model „jest w pewnym sensie dziełem centralnym, tym, w którym najbardziej szczegółowe dzieła zostały osadzone, do którego stale nawiązywały, z którego czerpały wiele ze swojej siły”.

Nie ma wątpliwości, że Model był geocentryczny, ale nie był ani geometryczny, ani antropocentryczny. Alanus ab Insulis w swoim „De planctu Naturae” wyraził to jasno. Porównał on „sumę rzeczy do miasta. W środkowym zamku, w niebie empirejskim, zasiada na tronie Cesarz. W niższych niebiosach żyje anielskie rycerstwo. My, na Ziemi, jesteśmy poza murem miejskim”.

Inny poczytny w średniowieczu autor, Makrobiusz, żyjący na przełomie IV i V w., w swoim komentarzu do „Snu” Cicerona w następujący sposób przedstawiał powstanie świata: „To, co najczystsze i najbardziej przejrzyste, wzniosło się najwyżej i zostało nazwane eterem. To, co mniej czyste i mające pewną niewielką wagę, stało się powietrzem i spadło do drugiego poziomu. To, co miało jeszcze jakąś płynność, ale było dość gęste, żeby stawić opór dotknięciu, zebrało się w strumień wody. Wreszcie, z całego zamętu materii, wszystko to, co nie dało się wykorzystać, zostało odgarnięte od innych, oczyszczonych w ten sposób elementów, opadło i osiadło w najniższym punkcie, zanurzone w ścinającym na zawsze zimnie. Ziemia jest faktycznie »odpadkiem stworzenia«, kosmicznym śmietnikiem”.

Chalcydysz udzielił innej odpowiedzi na pytanie, dlaczego Ziemia zajmuje centralne położenie. Według

niego „została tak umieszczona, żeby niebiański taniec posiadał środek, dookoła którego się obraca; faktycznie jest to estetyczna dogodność dla istot niebiańskich”. Być geocentrycznym, w naszym dzisiejszym rozumieniu, zakłada sferyczną symetrię, która jest pojęciem geometrycznym. W średniowiecznych intuicjach nasze centralne położenie we wszechświecie tylko pośrednio odnosiło się do geometrii i geometria załamywała się, gdy stawiała wymagania odmienne od oczekiwanych.

Jedynie z perspektywy stuleci, jakie upłynęły od czasów Kopernika, jego naukowa rewolucja wygląda, jakby degradowała człowieka. Dla ludzi średniowiecza człowiek nie był ważnym elementem kosmicznego porządku. Lukan, rzymski autor z I w. n.e., w swoich „Pharsalia” opisuje, jak „dusza Pompejusza wznosi się z pogrzebowego stosu do nieba”. Mamy tu wiele podobieństw z wstępowaniem Scipiona ze „Snu” Cicerona. Gdy Pompejusz dotarł do „wielkiej granicy między powietrzem a eterem, (...) spojrzawszy w dół i ujrzał kpiny, z jakimi traktowano jego własne zwłoki, które miały nędzny i bałaganiarski pogrzeb. Uśmieł się z tego”. Ten motyw coraz to pojawia się w późniejszej literaturze. Boccaccio zapożycza go w stosunku do ducha Arcity, a Chaucer – Troilusa. „Uważam – konkluduje Lewis – że wszystkie trzy duchy – Pompejusza, Arcity i Troilusa – śmiały się z tej samej przyczyny: z małości tych wszystkich rzeczy, które wydawały się bardzo ważne, zanim umarli. Tak jak po przebudzeniu śmiejemy się z błahostek i bzdur, które wydawały się ogromne w naszych snach”.

Jak pisze Lewis: „Średniowieczny Model jest, jeśli wolno nam użyć tego słowa, antropoperyferyjny. Jesteśmy istotami z marginesu”. Znikomość człowieka była od samego początku wbudowana w architekturę świata, która została skonstruowana z całkowicie antropomorficznych elementów. Główny materiał, z jakiego Model był zbudowany, stanowiły elementy ludzkiej wyobraźni. Jeżeli nawet ta wyobraźnia czasem pracowała na sposób geometryczny (środek wszechświata, niebieskie sfery itp.), nie wahała się odrzucać geometrycznych standardów, o ile nie zgadzały się one z wyobraźniowym

wzorcem. Głównymi metodologicznymi regułami, jakie rządziły konstrukcją Modelu, były reguły estetyki. Dominowała w nich zasada doskonałości, odziedziczona po filozofii platońskiej i neoplatońskiej, ale mocno przekształcona przez chrześcijański zmysł piękna i moralnej przyzwoitości. Zasada ta nie zostawiała miejsca dla zasady prostoty, która później odegrała tak ważną rolę w nowożytnej nauce. Tendencję do porządkowania i klasyfikowania wszystkiego można by uznać za słaby cień przyszłego matematycznego modelowania naturalnych zjawisk, a rozmaite „sympatie”, „antypatie” i „dążności” drzemające w materii za dalekie poprzedniczki naszych praw przyrody. Oczywiście, twórcy i użytkownicy Modelu zakładali, że jest on spójny, ale odpowiednio wyćwiczona wyobraźnia jest w stanie nawet ze sprzecznych elementów skomponować pozornie spójną całość. Można się dopatrzeć jedynie minimalnej, o ile w ogóle, empirycznej kontroli nad Modelem i konsekwencjami, jakie z niego wynikały. Podobnie jak nie ma empirycznej kontroli nad dziełem sztuki; wystarczy, jeżeli jest ono piękne, inspirujące lub wywołujące metafizyczne emocje. Średniowieczny Model Świata spełniał wszystkie te funkcje.

Eliminacja człowieka

Rewolucja Kopernika zadała śmiertelny cios średniowiecznemu Modelowi. Stwierdzenie to nabiera szczególnej wymowy, jeżeli przez rewolucję Kopernika rozumiemy nie tylko jego dzieło, lecz również wszystkie te procesy, którym nadało ono potężny impet. Należą do nich: unifikacja „fizyki ziemskiej” z „fizyką niebios”, dehierarchizacja wszechświata, geometryzacja i infinityzacja przestrzeni, matematyzacja nauki oraz wzrost znaczenia kontrolowanego eksperymentu w nauce.

Nie wymieniłem tego procesu, który zwykle wiąże się z kopernikowską rewolucją, czyli pozbawienia człowieka jego uprzywilejowanej pozycji we wszechświecie. Jak widzieliśmy, ludzie średniowiecza nie przypisywali wielkiego znaczenia centralnemu położeniu Ziemi i, co więcej, zanim dokonał się proces geometryzacji przestrzeni, centralne położenie mogło być

W średniowieczu prawdziwy konflikt pomiędzy religią a obrazem świata był a priori wykluczony. Ludzki dramat, wkomponowany w kosmiczną architekturę – to była harmonijna całość.



rozumiane na wiele sposobów, w tym także metaforycznych. Oczywiście, nie przeczę, że uświadomienie sobie, iż Ziemia została zdegradowana do roli przeciętnej planety, wywarło ogromny wpływ na ludzką wyobraźnię, ale stało się to dużo później, jako konsekwencja wszystkich wyżej wymienionych procesów. I było to tylko częścią bardziej skomplikowanych czynników, które radykalnie zmieniły stosunek człowieka do nauki i wszechświata.

Skłaniam się do tego, by wśród tych wszystkich czynników największe znaczenie przypisać matematyzacji nauki. Nie był to proces nowy. Od dawna był obecny w astronomii. To on stworzył archimedeeską tradycję w tzw. klasycznych naukach greckich (optyka, akustyka, statyka...). Równoległe do nich – i w starożytności, i w średniowieczu – rozwijało się, i często dominowało, mistyczne podejście do liczb i do matematyki w ogólności. Nasilenie się tego podejścia w XV w. można traktować jako zapowiedź tego, co miało nastąpić. W pracach Galileusza i Newtona na dobre ustalił się dialog z przyrodą w języku matematyki.

Eksperymentowanie z przyrodą i metoda konstruowania matematycznych modeli zjawisk naturalnych nie tylko rozpoczęły proces eliminowania antropomorficznego podejścia do świata, ale wręcz stały się możliwe dzięki stopniowemu usuwaniu „poznającego podmiotu” z naukowej metody. Jak pisał A.N. Whitehead: „O przyrodzie można myśleć jako o zamkniętym systemie, takim, że myślenie o jego wewnętrznych relacjach nie wymaga wyrażenia tego, że się o nim myśli”. Warunkiem sukcesu nowożytnej metody naukowej było to, że Galileusz i Newton „mogli myśleć o przyrodzie, nie myśląc o myśleniu”.

Eliminacja „poznającego podmiotu” z naukowej metody była przedzałożeniem klasycznej nauki. Stawienie czoła wszystkim subtelnościom funkcjonowania wszechświata było po prostu zbyt trudnym zadaniem (zarówno faktycznie, jak i co do zasady) dla młodych nauk. Uproszczenia, idealizacje i przybliżenia krok po kroku stanowiły warunek *sine qua non* naukowej metody i w pierwszych stadiach jej rozwoju musiały być one bardzo restryktywne.



■ *Crystal Chatterton*
WSPANIAŁE EKSPERYMENTY DLA DZIECI
WN PWN

Róbcie to w domu

JAJKO o twardej skorupce to „wynalazek”, który był udoskonalany przez ewolucję przynajmniej przez ostatnich 195 mln lat. Tylko pozornie jest ono tworem wrażliwym, kruchym i niedoskonałym. Owszem, jest bardzo podatne na uszkodzenia, gdy upadnie na twardą powierzchnię lub gdy zostanie uderzone. Ale jego zdolność do wytrzymania sporego nacisku jest zaskakująca.

Przeprowadźmy eksperyment: chwycmy surowe jajko w dłoń i ściśnijmy je jak najmocniej – tak, by pękło. Nie jest to łatwe zadanie i większość prób kończy się niepowodzeniem. Może więc spróbujemy je zdeptać? Owszem, jeśli stopa opadnie z impetem na skorupkę, ta pęknie. Ale jeśli ostrożnie i powoli ułożymy stopy na kilkunastu postawionych na sztorc jajkach, to mają one szansę utrzymać w ten sposób dorosłego człowieka. Możemy też zrzucić jajko spod sufitu, ale tak, by się nie rozbiło. Jak to zrobić? Można je owinąć materiałem albo włożyć do pudełka wyłożonego miękką izolacją. A może lepsze efekty przyniesie oklejenie jajka taśmą klejącą i przytwierdzenie jej do wnętrza rogów pudełka? Każdemu takiemu eksperymentowi opisanemu w tej książce towarzyszą przemyślenia z pogranicza fizyki, inżynierii, biologii i chemii. Co sprawiło, że jajko ma takie, a nie inne właściwości? Do czego te właściwości miały być przydatne? Czy kruchość skorupki ułatwiała młodym wyklucie się na zewnątrz, a jej wytrzymałość warunkowała przetrwanie?

© MAT

↳ Eliminacja człowieka stanowiła część strategii idealizacji, kluczowej składowej naukowej metody. A fakt, że tak daleko idąca idealizacja działa, jest źródłem nieustannego zdziwienia. A że działa – jest, jeśli tak można powiedzieć, faktem potwierdzonym doświadczalnie.

To nie Galileusz lub Newton, lecz Kartezjusz był myślicielem, który stoi na tym rozstaju dróg. Jego ostra dychozomia: „rozszyta materia” dla fizyki i „świadoma substancja” dla filozofii, nie stworzyła nowożytnej fizyki, ale oddzieliła nowożytną filozofię od fizyki, która wkrótce miała się narodzić.

XX-wieczny filozof Edmund Husserl oskarżał klasyczną naukę o „zdradę sprawy człowieka”. Myślę, że nie miał racji. Nie można mieć pretensji do lokomotywy, że nie lata. To nie jej zadanie. Ale można przyznać rację Husserlowi, o ile odnieść jego zarzut do niebezpiecznego pęknięcia, jakie sukcesy nowożytnej nauki spowodowały w świadomości wielu ludzi.

Na rozstaju

Jednym z głównych symptomów tego pęknięcia było rozejście się dróg nauki i religii. Średniowieczna Synteza odeszła bezpowrotnie.

Religia polega na intymnym związku indywidualnego człowieka z jego Bogiem (echo tego pobrzmiwa w samej nazwie *re-ligare* – wiązać na nowo). Nie twierdzę, że religia nie ma społecznych i instytucjonalnych aspektów – ale stają się one puste i pozbawione sensu bez tego podstawowego odniesienia. Co więcej, religia stanowi odpowiedź na egzystencjalne problemy człowieka, a te są zawsze indywidualne. „Dramat istnienia” angażuje najgłębsze pokłady ludzkiej osobowości.

W metodzie naukowej nie ma miejsca na ten indywidualny wymiar. Nie liczą się w niej zmysłowe percepcje ani osobiste przekonania, lecz tylko interpersonalna lub intersubiektywna wymiana informacji. Naukowe teorie i metody są jednakowo rozumiane przez ludzi różnych kultur. Jeżeli chcesz wybudować akcelerator cząstek elementarnych lub polecieć na Marsa, musisz posłużyć się tą samą fizyką niezależnie od tego, czy jesteś Chińczy-

kiem, czy mieszkańcem Zielonego Przylądka. Istotną cechą tego „praktycznie jednakowego rozumienia nauki” jest to, że nie wymaga ono jakiegoś wspólnego dla wszystkich „wglądu” w daną teorię lub metodę. Umożliwia ono jedynie skuteczne działanie i współpracę w osiąganiu wyników.

Ten kontrast między interpersonalnym (intersubiektywnym) charakterem nauki i fundamentalnie indywidualnym charakterem religii wprowadza pewnego rodzaju obcość pomiędzy religią a nauką, obcość zaś może być niekiedy bardziej niszcząca niż otwarta wrogość. Obca rzecz często znaczy rzecz godną pogardy. Myślę, że jest to jeden z głównych powodów rozejścia się dróg nauki i religii w czasach nowożytnych.

W średniowieczu jakikolwiek prawdziwy konflikt pomiędzy religią a obrazem świata był *a priori* wykluczony, ponieważ obraz świata był skonstruowany w tym celu, aby dostarczać tła zarówno dla religii, jak i dla egzystencjalnego dramatu człowieka. Ludzki dramat, wkomponowany w kosmiczną architekturę – to była harmonijna całość. W nowożytnym świecie, zdominowanym przez nauki przyrodnicze, konflikt między nauką a religią był potencjalnie obecny od samego początku: ludzkie egzystencjalne problemy, na skutek wyeliminowania ich z obszarów kontrolowanych przez metodę naukową, znalazły się na dalekich marginesach życia społecznego.

Historycy nauki i teologii często podkreślają, że średniowieczny obraz świata był tak ciasno związany z teologią chrześcijańską, że zapaść obrazu świata spowodowała zapaść teologii. Stary obraz świata odznaczał się tak dużą „teologiczną bezwładnością”, że nowy obraz, gdy nastał, mógł już tylko ofiarować obcość, podczas gdy potrzebna była synteza. Trzeba było czekać ponad dwa stulecia, aż filozoficzna refleksja nad naukową metodą dojrzeje do tego stopnia, by zrozumieć, iż metodologiczne różnice nie są równoważne wzajemnemu wykluczaniu, a przestrzeganie kompetencji i tolerancja mogą być lepsze od przedwczesnej syntezy.

Zanim jednak to nastąpiło, nowe filozoficzne interpretacje, substytuty

syntezy, nagromadziły się wokół nauki. Po względnie krótkim okresie panowania tzw. fizyko-teologii, którą z jednej strony można traktować jak pogrobowe dziecko średniowiecznej syntezy, a z drugiej jako wyraz religijnej fascynacji naukowymi osiągnięciami, zapanowały pozytywistyczne, materialistyczne i ostatecznie ateistyczne interpretacje. Wszystkie one stworzyły atmosferę, w której część oddawana Bogu została zastąpiona przez część oddawaną człowiekowi. Można zaryzykować twierdzenie, że podczas gdy świat średniowieczny był antropoperyferyjny, ale antropomorficzny, świat nowożytny, dumny z wolności od antropomorfizmów, przekształcił się w strukturę antropocentryczną. Człowiek nabrał w niej *quasi*-absolutnej wartości.

Hipotezy o niebieskich ziemiach

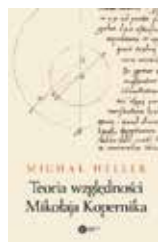
W ostatnich dekadach XVII w. możliwość inteligentnego życia na innych planetach budziła powszechną ciekawość. Rozprawa „Wielość światów” Bernarda le Bovier de Fontenelle z 1686 r. zyskała ogromną popularność i stała się pierwszym bestsellerem popularyzującym nową naukę. Tylko nieco mniej popularną była rozprawa Christiana Huygensa „Cosmotheoros sive, de terris coelestibus earumque ornatu conjecturae” (Cosmotheoros, czyli hipotezy o niebieskich ziemiach i ich ozdobach). Dzieło to zamyka okres zainicjowany przez „Sen” Keplera, lub – lepiej – oba tworzą rodzaj nawiasów, obejmujących proces, który w międzyczasie osiągnął pewną dojrzałość. Oba zostały opublikowane pośmiertnie i można je uważać za komentarze do czysto naukowych osiągnięć ich autorów. Kepler wybrał się w podróż na Księżyc, aby „przedstawić dowód na ruch Ziemi”, Huygens, przeciwnie, wykorzystał teorię Kopernika, aby uzasadnić podobieństwo Ziemi do innych planet. Inne planety winny posiadać rośliny i zwierzęta, gdyż bez nich „musielibyśmy uznać, że ustępują Ziemi pod względem piękna i godności, a to byłoby wbrew rozsądkowi”. Metodę rozumowania Huygensa najlepiej wyraża zdanie: „Z na-

tury i własności planety, którą mamy przed oczyma, musimy odgadywać własności tych, które są z dala od nas”.

Huygens krytykował historię Keplera o wyprawie na Księżyc, ale zastosował tę samą strategię odnośnie do planet. Dokładnie opisał zjawiska astronomiczne, tak jak są widoczne z każdej z nich (szczególnie wiele możliwości dostarczył mu Jowisz ze swymi licznymi księżycami i upierścieniony Saturn).

Kepler nie zdobył się jeszcze na to, by całkowicie zerwać ze średniowieczną kosmiczną harmonią. Chociaż obalił kołowe orbity planet, usiłował zastąpić je symetriami regularnych brył Euklidesa. Według niego orbity planet miały być wpisane i opisane w symetrii tych brył. Pod piórem Huygensa stary wszechświat został całkowicie unicestwiony. „Misterium kosmograficzne” Keplera jest niczym innym, jak tylko „snem wyjętym z filozofii Pitagorasa i Platona”. Huygens otwiera perspektywy na zupełnie nowy wszechświat – z nieprzeliczalną mnogością słońc i planet, pełnych roślin i zwierząt.

A co z nami, naszą planetą i naszym Słońcem? Nowy obraz świata skłania Huygensa do wniosku, że „nasza gwiazda nie jest niczym wyróżnioną spośród innych”. Mamy tu po raz pierwszy wypowiedzianą dzisiejszą zasadę kosmologiczną. Zajmujemy przeciętne miejsce we wszechświecie. Za około trzysta lat, licząc od czasów Huygensa, stanie się to paradygmatycznym założeniem wielu rozważań kosmologicznych. W średniowiecznym Modelu byliśmy stworzeniami z marginesu, a znaczenie uzyskiwaliśmy jedynie dzięki Centrum Wszelkiego Bytu. W nowożytnym świecie jesteście istotami przeciętnymi i jako przeciętniacy pozostajemy zagubieni w nieskończonych otchłaniach przestrzeni. Uczyniliśmy Nowożytny Świat na swój obraz i podobieństwo. © MICHAŁ HELLER



Fragment książki „Teoria względności Mikołaja Kopernika”, która ukazuje się 17 maja nakładem CCPress. Skróty pochodzą od redakcji.

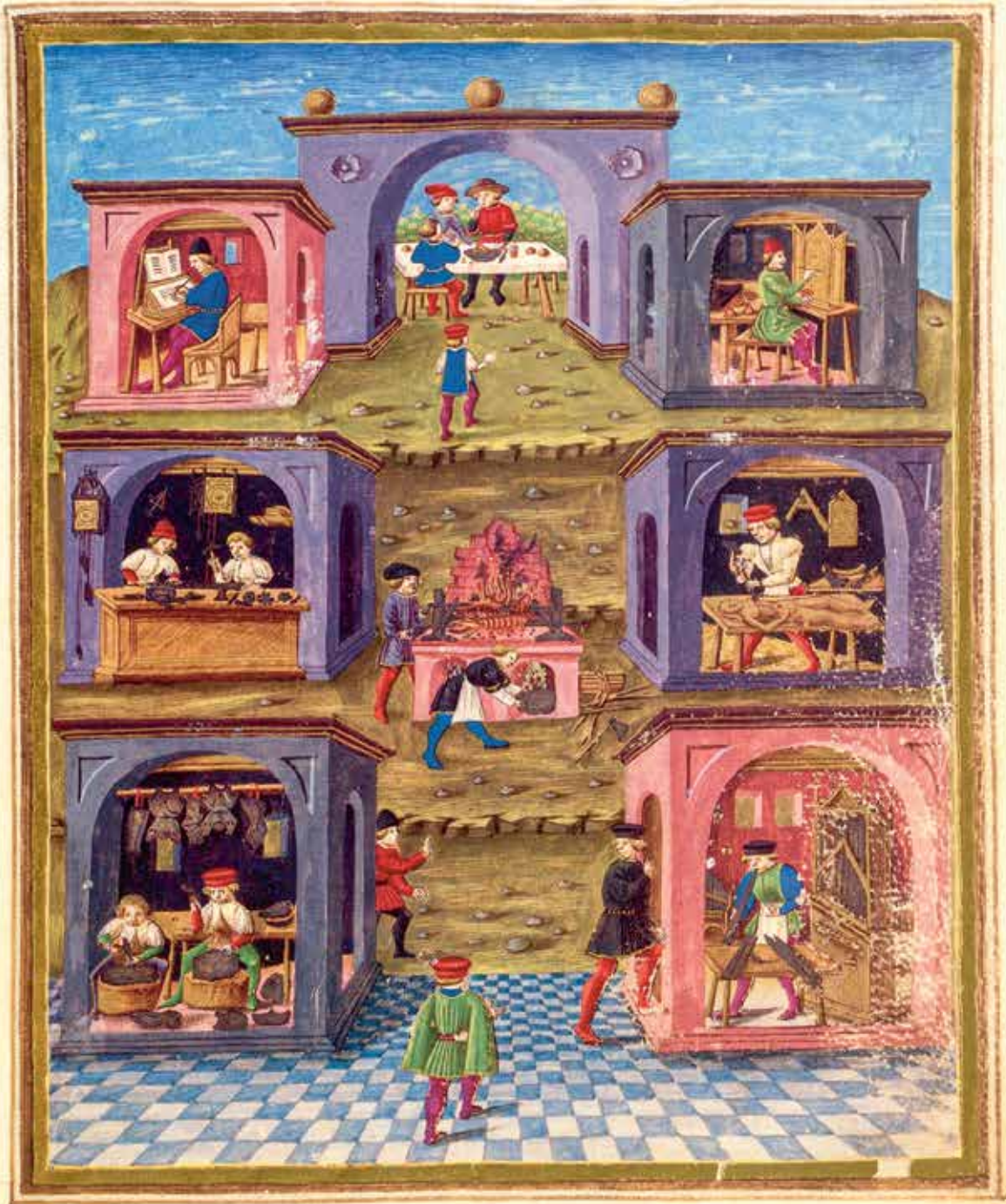


▪ Krzysztof
Poznański
**DINOZAURY
I WIELKIE
SSAKI**
Wilga

Czy masz już ulubionego gada?

W POBLIŻU meksykańskiego miasta Chicxulub przyciąganie grawitacyjne jest słabsze niż na większości planet. W 1991 r. to właśnie ta informacja pozwoliła uczonemu zdobyć decydujący dowód na to, że kluczową (choć nie jedyną) przyczyną wyginięcia dinozaurów było uderzenie w Ziemię asteroidy. Miała ona średnicę ok. 10 km i spadła na nasz glob 66 mln lat temu. Kolizja była tak gwałtowna, że wyrzuciła z krateru ciężkie, lite skały i zrobiła miejsce dla lekkich osadów i luźnego rumowiska, które szybko wypełniło miejsce zderzenia. Ta wymiana wypełnienia dała początek anomalii grawitacyjnej, którą do tej pory notujemy w kraterze Chicxulub.

Prawdziwego młodego fana dinozaurów trudno byłoby zadziwić ciekawostką o asteroidzie, ale tą na temat „osłabionej” grawitacji – pewnie już tak. Co kluczowe jednak, obie te informacje pojawiają się dopiero w połowie tej książki. To dobrze świadczy o tej publikacji. Dlaczego? Ponieważ młodzi czytelnicy będący adresatami tej lektury czasem wyobrażają sobie przeszłość naszej planety jak film, który zaczyna się od T. rexa, kończy zaś na asteroidzie. A przecież Ziemię – zarówno przed tyranozaurom, jak i po nim – zamieszkiwały miliony fascynujących gatunków, których dziś już nie uświadczymy. Ta książka nie tylko pokazuje bogactwo tych form życia, opisując m.in. znaleziska z naszego podwórka, ale też sprawnie porządkuje wiedzę. © MAT



...
 ...
 ...
 ...



Dzieci planet

MAGDALENA ŁANUSZKA

W miniaturach umieszczonych w rękopisie „De Sphaera” astrologia łączy się z astronomią, a ludzkie losy spleatają z ruchami ciał niebieskich. Średniowieczna wizja świata oddawała doskonałość boskiego stworzenia.

Sredniowieczne wyobrażenie wszechświata – *imago mundi* – było zakorzenione w antycznych koncepcjach Arystotelesa i Ptolemeusza, w interpretacji chrześcijańskich teologów i filozofów. Ów świat, z centralnie położoną Ziemią i otaczającymi ją kolejnymi sferami niebieskimi, miał być uporządkowany w sposób harmonijny, a zarazem hierarchiczny.

Astrologia była w średniowieczu nauką niezwykle ważną; bliska była naszej astronomii, choć zajmowała się także wpływem planet i znaków zodiaku na człowieka w związku z datą jego narodzin. Mowa tu o horoskopie, ale ten średniowieczny nie służył do tego, żeby wywróżyć, co przytrafi się nam w nadchodzącym miesiącu. Raczej chodziło o to, żeby określić, jakie dany człowiek ma predyspozycje – np. talenty, ale również jaki jest jego organizm: do jakich schorzeń może mieć skłonności. Z planetami łączyły się żywioły, znaki zodiaku i wreszcie temperamenty – cztery typy osobowości, uzależnione od przewagi konkretnych płynów w organizmie.

Teoria o temperamentach ma pochodzenie antyczne, znajdziemy ją już u Hipokratesa (V/IV w. p.n.e.), spopularyzował ją zaś Galen (II w. n.e.). Przewaga krwi skutkowałą temperamentem sangwicznym, przewaga flegmy charakteryzowała flegmatyków, żółci – choleryków, a melancholicy mieli zbyt wiele enigmatycznej „czarnej żółci”. Czterem temperamentom odpowiadały cztery żywioły: sangwiniom – powietrze, cholerykom – ogień, melancholikom – ziemia, a flegmatykom – woda. Czasami grupowano także z żywiołami po trzy znaki zodiaku: z powietrzem Waga, Bliźnięta i Wodnika, z ogniem – Barana, Lwa i Strzelca; z ziemią Byka, Pannę i Koziorożca, z wodą zaś Raka, Ryby i Skorpiona.

Znaki zodiaku występowały niezwykle często w sztuce średniowiecznej: w dekoracjach katedr i zamków, w witrażach i freskach oraz oczywiście w rękopisach, szczególnie w modlitewnikach, które zawierały liturgiczne kalendarze. Przedstawienia planet i ich wpływu na ludzi zachowały się w mniejszej liczbie dzieł, ale również był to temat dobrze znany, szczególnie w kręgach elit późnego średniowiecza i czasów nowożytnych.

Rękopis znaleziony w Modenie

Popularne w wiekach średnich wyobrażenie wszechświata zakładało, że wokół Ziemi krąży siedem planet: Saturn, Jowisz, Mars, Merkury, Wenus, Słońce i Księżyc. Tylko niektóre z nich patronowały temperamentom: Jowisz wraz z Wenus opiekował się sangwiniakami, Mars – bóg wojny – był związany z cholerykami, mroczny Saturn wpływał na melancholików, a Luna (Księżyc) była patronką flegmatyków.

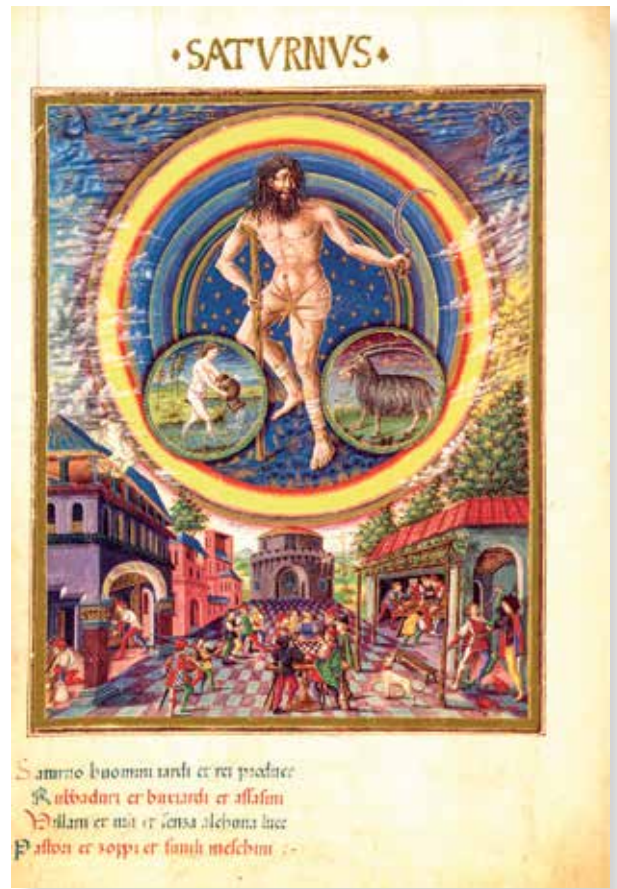
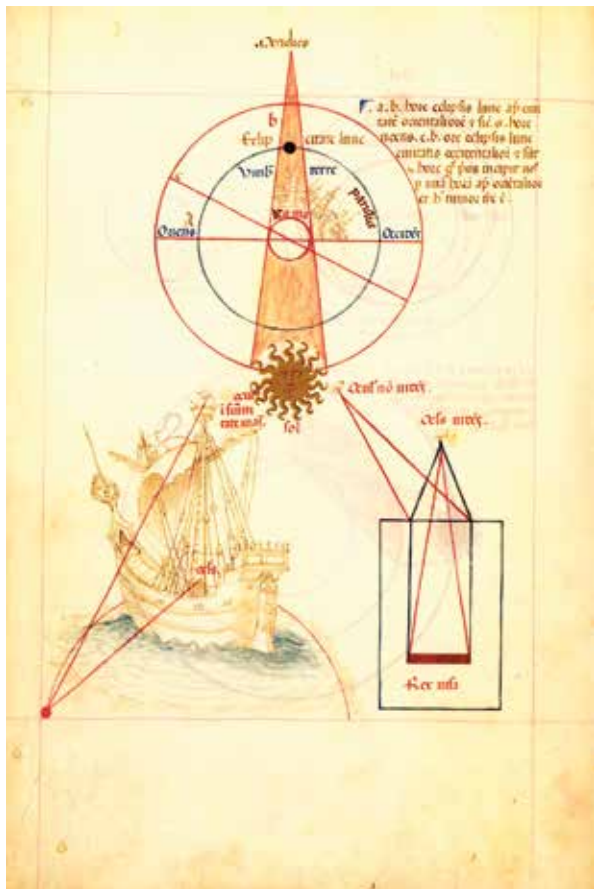
Jednym z podstawowych podręczników używanych w średniowiecznych uniwersytetach był traktat astronomiczny „De Sphaera”, autorstwa Johannesa de Sacrobosco (zm. 1256 r.). Ów profesor paryskiego uniwersytetu, prawdopodobnie pochodzący z Anglii, dzieło swe w dużej mierze oparł na „Almageście” Ptolemeusza – kompendium starożytnej wiedzy z II w. n.e. Warto podkreślić, że Ziemia opisana została przez Sacrobosco jako kula – dopiero XIX wiek spopularyzował mit „średniowiecznych płaskoziemców”, a przekonanie o kulistości Ziemi sięga w Europie już starożytności. Prawidłowy kształt naszej planety podawał już choćby Arystoteles, przywołując dowody takie jak kolisty cień Ziemi na Księżycu w czasie jego zaćmienia, zaokrąglony kształt widnokręgu, a przede wszystkim fakt, że

statki zza horyzontu wyłaniają się stopniowo, począwszy od masztów.

To właśnie piękny statek – niezwykle finezyjnie naszkicowany – jako dowód kulistości Ziemi został ukazany na drugiej karcie jednego z najpiękniejszych rękopisów „De Sphaera”, pochodzącego z XV w., dziś przechowywanego w Bibliotece Estense w Modenie. Specjalistyczne księgi o treściach astrologicznych były bowiem nie tylko produkowane dla naukowców i medyków, ale także zamawiane przez arystokrację. Znakomitym tego przykładem jest ten właśnie iluminowany rękopis, wykonany na zlecenie Sforzów-Viscontich.

Na pierwszych kilku kartach znajdują się rysunki zbierające informacje o ruchu planet, zaćmieniach, strefach klimatycznych, konstelacjach, fazach księżyca. Jest też oczywiście rysunek wszechświata: z Ziemią w środku i opisanymi otaczającymi ją sferami: najpierw są to żywioły (wokół Ziemi: woda, powietrze i ogień), a dalej planety (Księżyc, Merkury, Wenus, Słońce, Mars, Jowisz, Saturn) i w końcu sfera gwiazd stałych (to te, które zdają się nie poruszać na niebie i układają się w konstelacje) oraz *primum mobile* – najbardziej zewnętrzna ruchoma sfera świata.

Dalej następują starannie malowane całostronicowe miniatury – poczynając od karty pozwalającej na identyfikację fundatorów. Jest to *impresa*, czyli rodzaj osobistego godła: obrazu z dewizą – w tym wypadku to pies pod sosną, z ręką Boga; a do tego herby (godła na tarczach oraz hełmy z klejnotami) Francesca I Sforzy i Bianki Marii Visconti. Bianka była nieslubną córką księcia Mediolanu Filipa Marii Viscontiego, lecz została uznana jako jedyna jego dziedziczka; poślubiła w 1441 r. kondotiera (dowódcę wojsk najemnych) Francesca, którego ojciec →



Od lewej: Dowody na kulistość Ziemi, ilustracja z rękopisu „De Sphaera”, III ćw. XV w.; Saturn i jego „dzieci”, ilustracja z rękopisu „De Sphaera”, III ćw. XV w.

→ – także kondotier, Muzio Attendolo – zwany był „Sforza” ze względu na swą siłę i odwagę. Francesco Sforza trzy lata po śmierci teścia przejął księstwo Mediolanu. Jego prawniczką była nasza późniejsza królowa – Bona Sforza.

Najprawdopodobniej ów piękny rękopis powstał między 1450 r., gdy Francesco został księciem, a 1466 r., gdy zmarł. W sposobie kształtowania detali (w tym krajobrazu) miniatury reprezentują malarstwo lombardzkie XV w.; wyraźne są w nich także wpływy franko-flamandzkie. Część badaczy jest skłonna przypisywać autorstwo tych dekoracji mediolańskiemu malarzowi Cristoforowi de Predis, który współpracował z samym Leonardem da Vinci, lecz nie wydaje się to przekonujące. Miniatury „De Sphaera” różnią się nieco stylistycznie od znanych innych rękopisów dekorowanych przez Cristofora, a ponadto czynny był on artystycznie od początku lat 70. XV w., a zatem już po śmierci księcia Francesco. Kolejnym księciem Mediolanu został jego syn, Galeazzo

Maria Sforza, którego córka Anna Maria poślubiła Alfonsa I d’Este, księcia Ferrary. To właśnie ona mogła zabrać z sobą rękopis – nie jest to pewne, ale w każdym razie w XVII w. księga była już w kolekcji d’Este, stąd jej dzisiejsza obecność w Biblioteca Estense w Modenie.

Planeta Słońce

Najciekawsze chyba miniatury zajmują siedem kolejnych kart, malowanych dwustronnie: to siedem personifikacji planet oraz ich tzw. dzieci. Mianem „dzieci planet” określa się przedstawicieli zajęć i rzemiosł, do których predyspozycje mieli mieć ludzie urodzeni pod wpływem danej planety. Każda z planet to oczywiście starożytne bóstwo; większość postaci w rękopisie z Modeny jest naga, choć ich genitalia zakrywają gwiazdy.

Pierwszą planetą ukazaną w tej księdze jest Saturn – pierwotnie w panteonie rzymskim bóstwo związane z rolnictwem i płodnością ziemi, z siewem i zbiorami. Rzymianie z czasem utożsamili go z greckim tytaniem Kronosem, który pokonał

swego ojca i wykastrował go za pomocą sierpa – sierp pozostał atrybutem Saturna, planeta zaś związana z jego postacią połączona została z żywiołem ziemi i temperamentem melancholicznym. W omawianym tu rękopisie dość wyjątkowo z Saturnem powiązane zostały dwa następujące po sobie znaki zodiaku: Koziorożec i Wodnik – przypadające na grudzień i styczeń, czyli czas Bożego Narodzenia i karnawału, które to obchody zakorzenione są w tradycji rzymskich Saturnaliów. Poniżej postaci Saturna widzimy hazardzistów i wdających się w bójki imprezowiczów, ale także złodziei; ci ostatni to zapewne przyszli skazańcy. Kolejna całostronicowa miniatura rozwija temat: mamy tam różne przedstawienia egzekucji i karni (ponieważ „dziećmi” Saturna są i skazańcy, i kaci), ale także rolników przy pracy (to odwołanie do Saturna jako bóstwa ziemi) oraz karmiących świnię (to z kolei odniesienie kalendarzowe – do tradycyjnego grudniowego świniobicia).

Jowisz, następna zilustrowana planeta, jest patronem złotników, alchemi-



Od lewej: Sol (Słońce) i jego „dzieci”, ilustracja z rękopisu „De Sphaera”, III ćw. XV w.;
 Źródło Wiecznej Młodości („dzieci” Venus), ilustracja z rękopisu „De Sphaera”, III ćw. XV w.

ków, matematyków czy ogólnie uczonych – takie też grupy (oraz postacie poświęcające się polowaniu) widnieją na odnoszących się do niego dwóch miniaturach. Powiązane z Jowiszem znaki zodiaku to Ryby i Strzelec, odpowiadające w kalendarzach lutemu i listopadowi.

Rzymski bóg wojny uosabiający planetę Mars (a zarazem żywioł ognia i temperament choleryczny) ukazany został jako wojownik o czerwonej skórze; jego „dzieci” to żołnierze walczący na wojnie, podpalający zabudowania, zabijający się nawzajem. Znaki zodiaku z nim związane to Skorpion i Baran.

Kolejna planeta to Sol, czyli Słońce – tym razem z jednym tylko znakiem zodiaku, czyli Lwem. Znak ten wiąże się z okresem największych letnich upałów – a jednocześnie już w starożytności lew był postrzegany jako zwierzę o symbolicznie solarnej m.in. ze względu na swe złociste umaszczenie i grzywę przypominającą promienie. Z drugiej strony lew był symbolem siły, władzy, majestatu – stąd na kolejnej miniaturze „dzieci” planety

Słońce to władcy świeccy i dygnitarze kościelni. Słońce patronuje też ludziom ambitnym, pragnącym poklasku i ceniącym honor: do nich należą sportowcy, czy też ogólniej ci, którzy stają z innymi w zawody. Sol jest starcem w koronie – w przeciwieństwie do innych planet, jego krocze przesłania nie gwiazda, ale właśnie Słońce, i to mające swoją własną twarz.

Kąpiel w Źródle Młodości

Następną planetą w rękopisie jest Wenus – bogini piękna i miłości, ukazana z lusterkiem oraz bukietem kwiatów. Powiązane z nią znaki zodiaku to kwietniowy Byk i wrześniowa Waga – przypadające na miesiące związane z przyjemnościami zmysłowymi: z wiosennymi spacerami w ogrodach i jesiennym winobranieniem. Dziś powiedzielibyśmy, że „dzieci” Wenus to sybaryci i ludzie stawiający na pierwszym miejscu rozkosze cielesne oraz obdarzeni wysokim libido. Reprezentują ich pary flirtujące w ogrodach; mamy także przepiękną mi-

niaturę zapewne wywodzącą się z przedstawienia Źródła Młodości. Było to legendarne magiczne miejsce, w którym kąpiel w cudowny sposób miała odmładzać, przywracając nie tylko urodę i zdrowie, ale także libido właściwe młodości. To ilustracja prastarego eurazjatyckiego mitu, który w różnych wersjach funkcjonował na obszarach Bliskiego i Środkowego Wschodu oraz Europy. W średniowiecznej kulturze dworskiej motyw Źródła Młodości był bardzo popularny, zdobył liczne luksusowe przedmioty; najczęściej ukazywano to źródło jako starannie zdobioną kamienną fontannę. Szkopuł w tym, że w naszej miniaturze nie ma starców wchodzących do źródła: fontanna jest po prostu pełna nagiej młodości, pijącej wino szklankami i flirtującej przy dźwiękach muzyki. To wersja często też zwana Źródłem Wiecznej Młodości, zarezerwowanym dla wybranych (tu: „dzieci” Wenus). Nowi starcy nie przychodzą do fontanny, a ci, którzy w niej już siedzą, nie zamierzają nigdy jej opuścić.

⇒ Merkury to z kolei planeta, z którą powiązane zostały „pracowite” znaki zodiaku: Bliźnięta oraz Panna, przypadające na miesiące najintensywniejszych letnich prac w polu. „Dzieci” Merkurego to wszelkie zawody kreatywne oraz rzemiosła powiązane ze sztuką: pisarze, malarze, rzeźbiarze, ale także zegarmistrzowie, producenci instrumentów muzycznych, płatnerze i kucharze. Miniatura ukazująca „dzieci” Merkurego jest jedną z najsłynniejszych ilustracji tego rękopisu: każdy z rzemieślników został ukazany we własnej pracowni w formie małego domku, całość tworzy zaś piętrową kompozycję przypominającą zamek.

Na koniec wreszcie mamy Księżyc, czyli boginię Lunę – podobnie jak w przypadku Słońca, jej genitalia nie są zasłonięte gwiazdą. U niej jest to oczywiście Księżyc, również ukazany z twarzą (to tzw. maska lunarna). Luna ma także – podobnie jak Sol – tylko jeden znak zodiaku, a jest to Rak. Księżycowi podlega żywioł wody oraz temperament flegmatyczny: „dzieci” Luny to żeglarze, rybacy, łowiczy ptactwo. Co ciekawe jednak, na pierwszym planie drugiej miniatury związanej z Luną widzimy sztukmistrza: wędrownego maga, szarlatana, którego profesja i styl życia niosły skojarzenia z niestabilnością i odrobiną szaleństwa, przypisywanymi wpływom Księżycza (po polsku „lunatyk” to ten, który bezwiednie wędruje przy świetle Księżycza; angielskie

Średniowieczny horoskop nie służył do wróżenia,

co przytrafi się nam w nadchodzącym miesiącu. Miał określać ludzkie predyspozycje, talenty i skłonności do schorzeń.



słowo „lunatic” oznacza zaś już po prostu szaleńca, wariata).

Kariera kondotiera

Średniowieczna wizja wszechświata – nie tylko jego astronomicznej budowy, ale także m.in. wpływów wywieranych przez planety, oraz związków zodiaku, żywiołów i temperamentów – była wizją doskonałego w swojej całości boskiego stworzenia. Wszystko ma swoje miejsce, a wśród ludzi nie ma zbędnych charakterów czy profesji – dla całości funkcjonowania świata potrzebne są „dzieci” wszystkich planet: władcy, rolnicy, rzemieślnicy i nawet złoczyńcy. Każdy ma swoje wady i zalety, i każdy ma swoją rolę do odegrania w Bożym planie. Wiara w Fortunę i pomyślny wpływ gwiazd i planet bywała szczególnie ważna dla ambitnych indywidualistów, do jakich z pewnością zaliczał się Francesco I Sforza, który zmarł jako książę Mediolanu, choć urodził się – 23 lipca 1401 r. – jako nieślubny syn kondotiera. Być może wierzył, że w drodze na szczyty władzy wspierał go majestatyczny zodiakalny Lew oraz sprzyjał mu wpływ Słońca – jeśli tak było, to nic dziwnego, że skłonny był zamówić bardzo bogato iluminowany rękopis astrologiczny do swej biblioteki. My zaś dziś – dzięki digitalizacji zbiorów Biblioteka Estense – możemy karta po karcie podziwiać to unikatowe dzieło i poznawać tajemnice XV-wiecznych wyobrażeń na temat kosmosu i wpływu planet na życie każdego człowieka. © MAGDALENA ŁANUSZKA

OGŁOSZENIE WSPÓŁWYDAWCY

 **Kraków**

Miasto. **TECHNO**CZUŁOŚĆ

WYSTAWA → STAŁA

- 12 dziedzin inżynierii
- ponad 600 obiektów
- 3000 m² ekspozycji

Muzeum Inżynierii i Techniki w Krakowie
Zajezdnia przy ul. św. Wawrzyńca 15
www.mit.krakow.pl



MUZEUM INŻYNIERII I TECHNIKI - INSTYTUCJA KULTURY MIASTA KRAKOWA



MUZEUM UNIwersYTETU JAGIELLOŃSKIEGO

Collegium Maius

Kraków, ul. Jagiellońska 15
www.maius.uj.edu.pl
facebook.com/muzeumUJ/

OGŁOSZENIA WSPÓŁWYDAWCY

Polskie Towarzystwo Reasekuracji S.A. wspiera rozwój polskiego rynku ubezpieczeniowego.
Świadczymy usługi reasekuracyjne już na wszystkich kontynentach.

W tym roku PTR S.A. kolejny raz
jest sponsorem Copernicus Festival



POLSKIE
TOWARZYSTWO
REASEKURACJI

A FAIRFAX Company



COPERNICUS
FESTIVAL

Ubezpieczamy ubezpieczycieli

ID.UJ: UNIwersYTET PRZyszŁoŚCI

Rewolucje często wymagają czasu. Zmiany w złożonych strukturach społecznych czy choćby ludzkiej wiedzy mogą lokalnie być nagłe i niespodziewane, ale w większej skali nie następują od razu. Najwyraźniej natura lubi działać na drodze mozolnej, długotrwałej ewolucji.

Można jednak także powiedzieć, że nie ma ewolucji bez rewolucji. Pokarmem dla powolnych procesów ewolucyjnych jest zmienność genetyczna. W kontekście zmian społecznych i rozwoju wiedzy zmienność opiera się na tworzeniu nowych, często własnie rewolucyjnych idei. Niektóre okazują się na tyle płodne, że trafiają do krwiobiegu kultury. Bez takich rewolucyjnych idei ewolucja struktur społecznych byłaby niemożliwa.

CZTERY RAZY I

W 2019 r. Uniwersytet Jagielloński został jednym z laureatów prestiżowego konkursu ówczesnego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”. Uzyskane środki finansowe – zwiększenie subwencji ministerialnej o 10 proc. do 2026 r. – wykorzystywane są do realizacji ambitnego, a w niektórych aspektach może i rewolucyjnego planu. Ogólne cele programu „Inicjatywa Doskonałości w Uniwersytecie Jagiellońskim” (ID.UJ) są rzeczywiście ambitne, ale standardowe: zwiększenie wpływu prowadzonych na uczelni badań na światową naukę, intensyfikacja współpracy z najlepszymi zagranicznymi ośrodkami naukowymi, podniesienie jakości i unowocześnienie procesu dydaktycznego czy



Collegium Novum Uniwersytetu Jagiellońskiego

też rozbudowa narzędzi umożliwiających pracownikom Uczelni rozwój kompetencji zawodowych. Jednak już założony sposób realizacji tych celów ma innowacyjny charakter.

Głównym zadaniem programu ID.UJ jest dalszy rozwój ekosystemu badawczego Uniwersytetu Jagiellońskiego poprzez wyposażenie go w zbiór narzędzi i formatów działań, które umożliwić mają stworzenie prawdziwie nowoczesnego uniwersytetu badawczego. Ale za tym dobrze określonym działaniem kryje się misja co najmniej równie ważna, choć dużo trudniejsza do skwantyfikowania i uchwycenia w dobrze zdefiniowanych wskaźnikach: zmiana kultury badawczej Uczelni.

Kluczowa w tym kontekście jest nadrzędna dla całego programu zasada 4 razy I: internacjonalizacji, interdyscyplinarności, innowacyjności i integralności.

Internacjonalizacja ma stać się niezbywalną częścią wszelkich podejmowanych przez Uczelnię działań: od badań i dydaktyki, poprzez oddziaływanie z otoczeniem społeczno-gospodarczym, aż po wypracowywanie wspólnych standardów zarządczych. W duchu tej zasa-

dy ID.UJ wspiera przedsięwzięcia prowadzące do trwałych, wielowymiarowych partnerstw międzynarodowych. Takich jak współpraca z 10 wiodącymi uczelniami europejskimi w ramach Zrzeszenia Uniwersytetów Una Europa.

Una Europa tworzy wspólną strategię badań i współpracy w wykorzystaniu infrastruktury badawczej, rozwoju kapitału ludzkiego, a także wprowadza w życie innowacyjne formaty dydaktyczne, takie jak pierwsze w historii Europy wspólne studia na poziomie licencjackim w zakresie europeistyki oraz zrównoważonego rozwoju.

Interdyscyplinarne badania naukowe możliwe są tylko wtedy, gdy naukowcy reprezentujący różne dyscypliny, a nawet dziedziny nauki wspólnie, z pomocą metod właściwych ich nauce oraz w ciągłym dialogu, zmagają się z tym samym zespołem problemów. W ramach ID.UJ interdyscyplinarną współpracę wspiera wyznaczenie siedmiu priorytetowych obszarów badawczych (POB).

Innowacyjność uniwersytetu musi mieć wiele wymiarów. Nie chodzi tylko o nowe wynalazki techniczne, ale także o znajdowanie rozwiązań problemów

społecznych – od metod dydaktycznych, przez rozwiązania prawne, modele współpracy pomiędzy ważnymi aktorami społecznymi – np. administracją samorządową i organizacjami pozarządowymi – aż po propozycje kształtu i organizacji społeczeństwa przyszłości. Ze środków ID.UJ tworzony jest m.in. nowy system komunikacji naukowej Uniwersytetu, obejmujący nowoczesne formaty prezentacji osiągnięć naukowych pracowników Uczelni, popularyzację nauki i edukację masową. Stworzono także nowe przesłanie dla współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym, w tym Business Idea Center oraz Przestrzeń Kreatywnej Współpracy – system rozsianych po wydziałach Uczelni miejsc, w których ludzie Uniwersytetu mogą spotkać się i rozwijać wspólne projekty z partnerami społecznymi.

Wreszcie, uczelnia powinna działać zgodnie z zasadą integralności, która dotyczy ścisłych związków z prowadzeniem badań naukowych, dydaktyką i współpracą z otoczeniem społeczno-gospodarczym, czyli tym, co określa się mianem trzech misji uniwersytetu. Tworząc programy studiów, można przewidywać możliwość włączenia studentów w prace grup badawczych; a projektując badania naukowe warto zastanawiać się, w jaki sposób informować o nich i ich znaczeniu szeroką publiczność. Angażując się w działania w ramach otoczenia społeczno-gospodarczego, trzeba w pełni brać pod uwagę potencjał, jaki reprezentują naukowcy i studenci.

REWOLUCJA CZY EWOLUCJA?

Realizacja celów programu ID.UJ przebiega na trzech poziomach. Na poziomie ogólnie-

uniwersyteckim tworzone są rozwiązania – np. narzędzia cyfrowe – które ułatwiają mają podejmowanie wyzwań badawczych. Na poziomie poszczególnych wydziałów i innych jednostek alokowane są środki, które ułatwiają pracownikom naukowym, doktorantom i studentom podejmowanie własnych inicjatyw, zarówno w zakresie badań naukowych, jak i innych wymiarów misji uniwersytetu. Te działania o charakterze oddolnym uzupełnione są systemem Projektów Flagowych.

Program ID.UJ ma już na koncie sporo sukcesów, zarówno tych łatwo policzalnych (powszechny udział pracowników UJ w działaniach ID.UJ, kilkadziesiąt rozstrzygniętych konkursów na minigranty, wyłonienie prestiżowych Projektów Flagowych, utworzenie Przestrzeni Kreatywnej Współpracy i Business Idea Center, stworzenie nowych narzędzi informatycznych wspierających prowadzenie badań naukowych, inwestycje w nowoczesną infrastrukturę sprzętową), jak i tych trudniej może uchwytnych, ale równie ważnych (przetłumaczanie barier dyscyplinowych i między jednostkami, nabywanie know-how w odniesieniu do prowadzenia badań interdyscyplinarnych, szersze uwzględnienie perspektywy międzynarodowej w planowanych badaniach naukowych, uwzględnianie wszystkich aspektów misji uniwersyteckich w podejmowanych działaniach).

Ale zmiany, które założone zostały w programie ID.UJ, nawet jeśli brzmią rewolucyjnie, wymagają czasu i powolnej ewolucji. Prawdziwe owoce tego programu poznamy dopiero w perspektywie wielu lat, gdy – miejmy nadzieję – Uniwersytet Jagielloński stawać się będzie nowoczesną, innowacyjną uczelnią badawczą przyszłości.

Więcej informacji o programie Inicjatywa Doskonałości – Uniwersytet Jagielloński na stronie id.uj.edu.pl



PRIORYTETOWE OBSZARY BADAWCZE

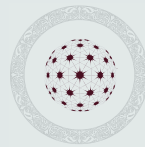
zostały wyznaczone z myślą o najważniejszych wyzwaniach naukowych i cywilizacyjnych.



HERITAGE

Ten obszar integruje badania w zakresie dziedzictwa kulturowego i tradycji, pamięci społecznej i historii,

tworząc platformę współpracy dla reprezentantów wielu nauk humanistycznych i społecznych. Stawia pytania o obecność „przeszłości w teraźniejszości” i pokazuje, w jaki sposób lokalny, narodowy, regionalny i globalny wymiar dziedzictwa zależy od procesów zachodzących we współczesnym świecie.



FUTURESOC

Obszar ukierunkowany na badania dotyczące krótko- i długoterminowych

zmian społecznych, m.in. wywołanych rozwojem nowoczesnych technologii (w tym zarówno biotechnologii, jak i technologii informatycznych), a także zmian wynikających z wpływu badań empirycznych, w tym kognitywistyki i nauk behawioralnych, na kategorie pojęciowe, metodologię i modele stosowane w naukach społecznych.



ANTHROPOCENE

Obszar skupiony na badaniu zmian, które zachodzą w ziemskich systemach.

Jest odpowiedzią społeczności naukowej na współczesne globalne problemy i zagrożenia. Jego celem jest przetłumaczanie barier między dyscyplinami i wyłonienie grupy ekspertów w dziedzinie klimatu, środowiska, energetyki, polityki społecznych, którzy mogliby prowadzić interdyscyplinarne badania i proponować nowe rozwiązania.



QLIFE

Obszar badań nad chorobami społecznymi i cywilizacyjnymi (m.in. układu nerwowego, krążenia,

metabolicznymi, onkologicznymi), zdrowiem reprodukcyjnym i medycyną

regeneracyjną. Jego pełna nazwa to „Jakość badań dla jakości życia”. Celem tego obszaru jest stworzenie pełnej ścieżki translacji naukowej, czyli przekładania wyników badań podstawowych na zastosowania medyczne – nowe terapie, procedury i leki.



BIOS

Obszar integrujący badania w dziedzinie biologii strukturalnej, genomiki i proteomiki,

bioinformatyki, biologii komórek, biologii systemów, biologii ewolucyjnej i bioróżnorodności. Mają one prowadzić do głębszego zrozumienia procesów zachodzących na każdym poziomie funkcjonowania organizmu – od molekuł budujących związki występujące w komórkach, aż po działanie organizmu w środowisku przyrodniczym i społecznym.



SCIMAT

Rozwój technologii opiera się m.in. na poszukiwaniu i opracowywaniu nowych materiałów,

zapewniających oszczędność energii, większą wytrzymałość, oraz ich zastosowaniu w nowoczesnych technologiach produkcji. Działania prowadzone są w dziedzinach: materiałów nanostrukturalnych, materiałów związanych z wytwarzaniem i gromadzeniem energii oraz materiałów na potrzeby biotechnologii i medycyny, a także rozwoju modeli teoretycznych i narzędzi matematycznych.



DIGIWORLD

Obszar obejmujący badania związane z przetłumaczaniem cyfrowym: rozwojem technologii cyfrowych

i wywołanymi przez ten rozwój zmianami społecznymi, wielkimi zbiorami zdigitalizowanych danych oraz pozwalającymi je przetwarzać, analizować i modelować metodami sztucznej inteligencji. To obszar wizjonerskich badań podstawowych, interdyscyplinarnych zastosowań i tworzenia technologii cyfrowych, który wymaga ambitnej współpracy międzydziedzinowej.



Copernicus
College

COPERNICUS COLLEGE

PIERWSZY POLSKI E-UNIWERYSTET

STUDIUJ Z NAMI ONLINE
CAŁKOWICIE **BEZPŁATNIE!**

Na naszej platformie znajdziecie m.in. kursy:

- Ewolucja: mechanizmy i konsekwencje
- Neurobiologia i życie
- Filozofia nauki
- Wprowadzenie do prawa karnego
- Wprowadzenie do psychologii poznawczej

wiecej informacji
na copernicuscollege.pl



OGŁOSZENIA WSPÓŁWYDAWCY

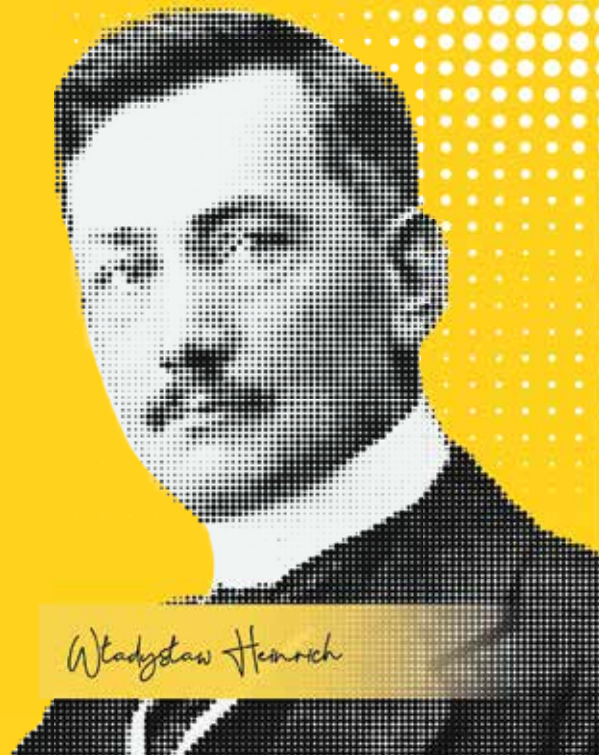


120 LAT PSYCHOLOGII
NA UNIWERSYTECIE JAGIELLOŃSKIM

**Wyrusz w podróż,
w którą 120 lat temu
polską psychologię zabrał
prof. Władysław Heinrich.**

Wystawa poświęcona 120-leciu psychologii
na Uniwersytecie Jagiellońskim czynna od 18 maja,
od poniedziałku do piątku w godz. 08.00 - 19.00
w Instytucie Psychologii UJ przy ul. Ingardena 6
w Krakowie. Wstęp wolny, nie wymaga rejestracji.

120.PSYCHOLOGIA.UJ.EDU.PL





**ŚWIATOWY
KONGRES
KOPERNIKAŃSKI**

KRAKÓW

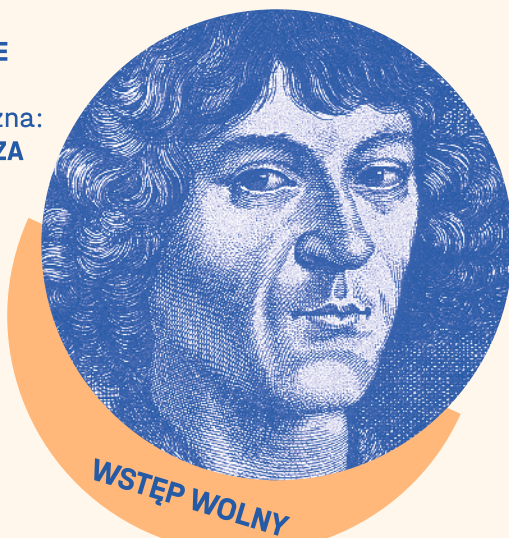
24–26 maja 2023 r.

Auditorium Maximum
Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Krupnicza 33

**WYKŁADY
PANELE
DYSKUSJE**

sesja filozoficzna:
**DZIEDZICTWO
KOPERNIKAŃSKIE**

sesja ekonomiczna:
WOKÓŁ PIENIĄDZA



do 4 października 2023 r.

**Mikołaj Kopernik i Uniwersytet Jagielloński
na krakowskich pocztówkach oraz na znaczkach
pocztowych Polski i całego świata**

Wystawa prezentująca m.in. ponad stuletnie pocztówki wydawane przez krakowski Salon Malarzy Polskich z wizerunkami budynków uniwersyteckich oraz pomnikiem Kopernika, znaczki pocztowe oraz koperty Pierwszego Dnia Obiegu z okolicznościowymi stemplami z wizerunkiem Kopernika wydawane zarówno w Polsce, jak i za granicą.
Muzeum UJ Collegium Maius, ul. Jagiellońska 15

do 16 czerwca 2023 r.

Wystawa Kopernikanów

Prezentacja najważniejszych eksponatów związanych z Mikołajem Kopernikiem, znajdujących się w zbiorach Biblioteki Jagiellońskiej, m.in. przechowywany w skarbcu rękopis dzieła "De revolutionibus orbium coelestium" i metryka Akademii Krakowskiej z wpisem Kopernika na listę studentów.

Biblioteka Jagiellońska, ul. Oleandry 3

Szczegółowy program oraz wydarzenia towarzyszące są dostępne na stronie:

kopernik550.uj.edu.pl



ORGANIZATORZY:



**Copernicus
Center**



FUNDACJA
TYGODNIKA
POWSZECHNEGO



UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

**TYGODNIK
POWSZECHNY**

PRZY WSPARCIU:



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI



Kraków



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



POLSKIE
TOWARZYSTWO
REASEKURACJI

A FALSTICK Company



Społeczna
Odpowiedzialność
Nauki

PARTNERZY:



AGHspace
systems



Akademia Sztuk Pięknych
im. Jana Matejki w Krakowie
1818



Akademicki
Inkubator
Przedsiębiorczości UJ



CAFE
Nauka
Kultura
UJ



CENTRUM TECHNOLOGII
KOSMICZNYCH AGH



CENTRUM EDUKACJI I POPULARYZACJI
UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO



**Copernicus
Center
PRESS**



**Copernicus
College**

cricoteka

INSTYTUCJA KULTURY
WOJEWÓDZTWA
MAŁOPOLSKIEGO

MAŁOPOLSKA



ELZAP
MEBLE BIUROWE



kino
mikro



KLASTER
TECHNOLOGII
KOSMICZNYCH



kbf:



KRAKÓW
MIASTO LITERATURY
UNESCO



Mathematical
Cognition and
Learning Lab



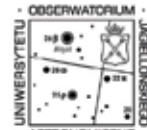
MĄDRA
KSIĄŻKA
ROKU



Muzeum
Inżynierii
i Techniki



MUZEUM
UNIWERSYTETU
JAGIELLOŃSKIEGO



OGDERWATCHFILM
JAGIELLOŃSKIE
ASTRONOMICZNE



FutureSoc
PROJEKTYWY I DZIAŁALNOŚCI



P L S A
Polska Agencja
Kosmiczna

RESTART



S-NET
GRUPA TOYA



CENTRUM
SOLARIS



PARTNERZY MEDIALNI:

Kraków Culture
KARNET

KSIAZKI

onet

RMF

RMF
CLASSIC

psychologia dla ciebie
sens

TVP
KULTURA

zwierciadło

wyborcza.pl

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą Copernicus Festival 2023: Kosmos, nr projektu SONP/SN/549957/2022 kwota dofinansowania 299 100 zł, całkowita wartość projektu 340 600 zł.

Projekt jest współfinansowany ze środków Miasta Kraków.

Copernicus Festival jest dofinansowany ze środków Programu Strategicznego Inicjatywa Doskonałości w Uniwersytecie Jagiellońskim.