

ZASADA KOPERNIKAŃSKA W KOSMOLOGII I JEJ KONSEKWENCJE NIE TYLKO KOSMOLOGICZNE

1. WSTĘP

W marcu 1917, po przejrzeniu zdjęć zaćmienia Słońca widocznego w 1905 r. wykonanych astrografem w Greenwich, oceniono, że są one wystarczająco dobrej jakości aby podjąć próbę sfotografowania całkowitego zaćmienia, które miało mieć miejsce 28/29 maja 1919 r. (o północy czasu Greenwich). Wyjątkowość tego zaćmienia miała polegać na tym, że Słońce, znajdując się wtedy w gromadzie otwartej Hiady, będzie widoczne na tle wielu jasnych gwiazd. Wyjątkowa sytuacja, która zdarza się niezwykle rzadko. Wytypowano dwanaście odpowiednio jasnych i bliskich (w sensie odległości kątowej) Słońcu gwiazd, których położenia zamierzano wyznaczyć z jak najlepszą dokładnością w momencie fazy całkowitej zaćmienia. Jako miejsce obserwacji wybrano Sobral w północnej Brazylii oraz Wyspę Książęcą w Zatoce Gwinejskiej. Przygotowania rozpoczęto 10 listopada 1917 r.

Statek Anselm dotarł do wybrzeży Brazylii 23 marca, a Sobral osiągnięto 30 kwietnia gdzie rozpoczęto przygotowania do przeprowadzenia obserwacji (Dyson i in., 1919). Poranek dnia zaćmienia w Sobral był bardzo pochmurny, z pokrywą chmur osiagającą 90% podczas pierwszego kontaktu (moment wejścia tarczy Księżyca na tarczę Słońca). W miarę zbliżania się fazy całkowitego zaćmienia pokrywa chmur przerzedzała się i duży obszar czystego nieba pojawił się w okolicy Słońca na minutę przed fazą całkowitą. Wydano ostrzeżenia 58, 22 i 12 sekund przed fazą całkowitą. Gdy się rozpoczęła nastąpiła komenda „Go”, wystartowano metronom i rozpoczęto wykonywanie zdjęć. Założony program obserwacyjny udało się wykonać w całości. W sumie wykonano 27 zdjęć z ekspozycjami 5, 10 i 28 sekund. Obszar nieba wokół Słońca był pozbawiony chmur poza krótkim momentem w okolicy środkowej fazy całkowitego zaćmienia.

Obserwacje na Wyspie Książęcej były przeprowadzone przy dużym zachmurzeniu. Większość zdjęć nie ukazała żadnych gwiazd, ale te, które udało się wykonać były wystarczająco dobrej jakości, aby wykorzystać je do określenia położen gwiazd. Ostatnim krokiem eksperymentu była rejestracja referencyjnych zdjęć tego samego fragmentu nieba. Cel całego eksperymentu to porównanie położen gwiazd wyznaczonych w momencie, gdy znajdowały się na sferze niebieskiej blisko tarczy Słońca oraz gdy Słońce było daleko. Całość skomplikowanej analizy i uwzględniania szeregu błędów obserwacyjnych związanych z ruchem atmosfery, zachmurzeniem, niedoskonało-

ściami płyt fotograficznych sprowadziła się do dwóch liczb. Obserwacje wykonane w Sobral wskazywały, że pozycje gwiazd w pobliżu brzegu tarczy Słońca są przesunięte względem rzeczywistych o $1,98'' \pm 0'',12$, a w przypadku obserwacji wykonanych na Wyspie Książęcej było to $1,65'' \pm 0'',30$ ¹. Taki wynik potwierdzał, że przestrzeń ulega zakrzywieniu w pobliżu Słońca zgodnie z przewidywaniami ogólnej teorii względności (OTW) ogłoszonej 20 marca 2016 r. przez Alberta Einsteina. Wartość przesunięcia gwiazd w pobliżu brzegu tarczy słonecznej wyznaczona teoretycznie przez Einsteina to $1'',75$.

2. OD OGÓLNEJ TEORII WZGLĘDNOŚCI DO ZASADY KOPERNIKAŃSKIEJ.

Albert Einstein dochodził do swego ogromnego odkrycia przez kilka lat. Było ono naturalną konsekwencją szczególnej teorii względności, która pozwala na transformację współrzędnych przestrzennych i czasu między układami inercyjnymi, czyli układami współrzędnych poruszających się względem siebie z prędkością jednostajną. Podstawowymi postulatami szczególnej teorii względności była skończona wartość prędkości światła oraz identyczności praw fizyki w dowolnych układach inercyjnych. Einstein od momentu opracowania szczególnej teorii względności wiedział, że jest ona tylko wstępem. Prawa fizyczne powinny być identyczne także w nieinercyjnych układach odniesienia, a więc takich, które przemieszczają się względem siebie z przyspieszeniem. Oznacza to, że prawa fizyki powinniśmy być w stanie sformułować niezależnie od wyboru układu współrzędnych. W takim wypadku współrzędne są tylko elementem opisu rzeczywistości, a nie rzeczywistością samą w sobie. Są jedynie językiem, którym opisujemy rzeczywistość. Język może być dowolny, ale rzeczywistość jest tylko jedna (Heller 2008).

W drodze do Ogólnej Teorii Względności (OTW) należy pamiętać eksperyment myślowy, który Einstein często przywoływał. W pierwszej wersji dotyczył człowieka spadającego z dachu, ale w późniejszych pracach zmodyfikował go umieszczając obserwatora w windzie. Wyobraźmy sobie, że w windzie pęka lina, która ją podtrzymuje. Obserwator spada i wypuszcza teczkę z ręki, która zawisa w powietrzu, bo porusza się z takim samym przyspieszeniem, jak ściany windy. Obserwator będąc wewnątrz nie jest w stanie stwierdzić czy to lina uległa zerwaniu, czy też przestała działać grawitacja. Obie interpretacje są równoważne (Einstein, 1908). Zasada równoważności stała się fundamentem nowej teorii, ale działała tylko w układach, które poruszają się z jednostajnym przyspieszeniem. Einstein poszukiwał dalej aż, pomijając szczegóły i trudy (Isaacson, 2014), dotarł do ostatecznej wersji teorii, w której grawitacja przestaje być siłą, a staje się tylko efektem zakrzywienia czasoprzestrzeni.

¹ " oznacza sekundę kątową łuku, czyli 1/3600 stopnia. Różnica położenia gwiazd na sferze niebieskiej równa 1" można porównać do grubości włosa obserwowanego z odległości 3 metrów.

To niezwykle doniosłe odkrycie, które zrywa z podejściem newtonowskim. W klasycznej fizyce sformułowanej przez sir Izaaka Newtona, grawitacja to była siła działająca między dwoma ciałami wprost proporcjonalnie do iloczynu mas tych ciał i odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu ich odległości. Sformułowane ponad 200 lat przed OTW, prawo powszechnego ciążenia, wraz z trzema zasadami dynamiki, święciło triumfy pozwalając choćby na precyzyjne przewidywanie położenia planet w Układzie Słonecznym. Teoria była doprowadzona do tak dobrej postaci, że pozwoliła na przewidzenie istnienia dodatkowej planety w Układzie Słonecznym, której położenie zostało wyliczone teoretycznie na podstawie analizy ruchu Urana. Wyliczenia były tak dokładne, że gdy Johann Gotfried Galle otrzymał je, to jeszcze tej samej nocy odkrył nową planetę — Neptun.

Jednak fizyka newtonowska nie potrafiła poradzić sobie z planetą najbliższą Słońcu. Merkury porusza się po wydłużonej orbicie, która wykonuje ruch precesyjny, „zatacza się” wokół Słońca. Próbowano ten ruch odtworzyć zakładając np. istnienie planety Wulkan, która miałaby zawsze znajdować się po przeciwnej stronie Słońca niż Ziemia i w ten sposób pozostawać nieodkryta. Kiedy Einstein jesienią 1915 r. sformułował ostateczną wersję OTW, wyliczył z jej pomocą wielkość precesji ruchu Merkurego i uzyskał wartość świetnie zgadzającą się z obserwacjami. Z nowej teorii wynikało również, że zakrzywienie czasoprzestrzeni wywołane przez masywny obiekt, taki jak Słońce, jest na tyle duże, że powinno być możliwe jego zmierzenie przy ówczesnych możliwościach technicznych. Stąd wyprawa Dysona, Eddingtona i innych, która potwierdziła przewidywania OTW. Punkt widzenia Einsteina pozwala na wytłumaczenie i przewidzenie nowych faktów obserwacyjnych. Dzięki tej teorii działa współczesny system nawigacji satelitarnej — GPS, a ogromne przedsięwzięcie takie jak Event Horizon Telescope pozwala pokazać tak niezwykle obiekt przewidywany przez OTW jak supermasywna czarna dziura.

Einsteinowi udało się „wyjść z windy” i sformułować teorię, która pokazuje, że zjawiska fizyczne nie zmieniają się, kiedy przechodzimy między różnymi układami współrzędnych. Okazało się, że podchodząc do badania świata z taką właśnie ideą: rezygnując z wyróżniania jakiegoś układu odniesienia można stworzyć zupełnie nową teorię, która doskonale tłumaczy zjawiska zachodzące we Wszechświecie i rozwiązuje problemy, z którymi teoria klasyczna nie mogła sobie poradzić, a jednocześnie przewiduje istnienie zjawisk i obiektów całkowicie niezgodnych z naszą wcześniejszą intuicją.

Nie będzie wielką przesadą stwierdzenie, że podstawy takiego obiektywnego traktowania rzeczywistości zostały dane kilkaset lat wcześniej przez Mikołaja Kopernika. Budując heliocentryczny model Wszechświata zrezygnował z uprzywilejowanej pozycji Ziemi uznając ją za planetę taką jak inne. Doniosłość tego stwierdzenia jest ogromna, ale także dość łatwo ją przecenić, nadinter-

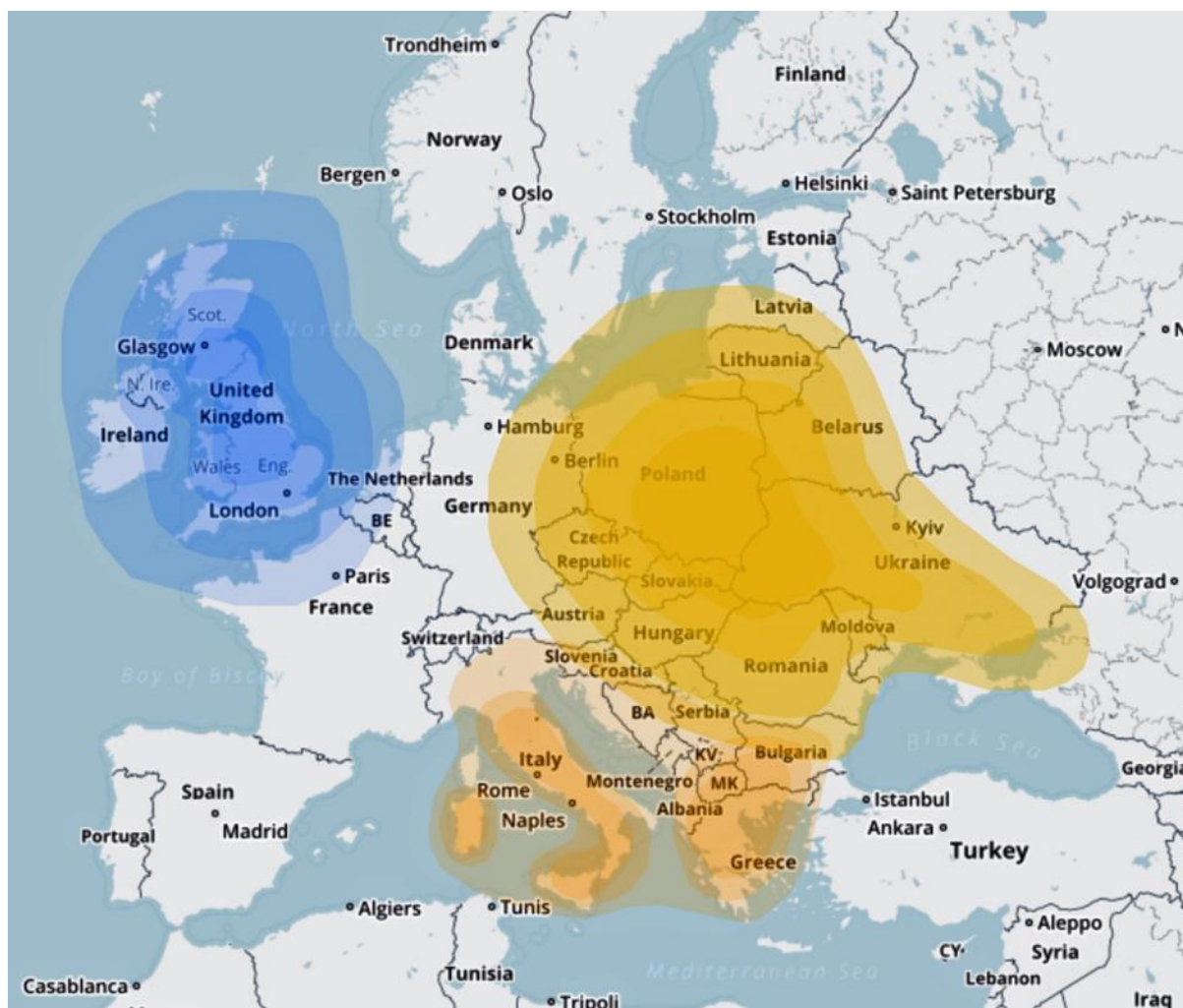
pretować. Warto przypomnieć sobie jak wyglądały ówczesne wyobrażenia na temat budowy Wszechświata i roli człowieka w nim. Człowiek nie był w centrum, tylko Bóg. Ówczesny świat był teocentryczny a nie antropocentryczny, czy geocentryczny. Na początku XV w. wciąż obowiązującym modelem budowy Wszechświata był model stworzony przez Ptolemeusza. Wszechświat ograniczał się do Układu Słonecznego, poza którym znajdowała się sfera gwiazd stałych. Planety poruszały się po epicyklach (małych kołach), które miały środki zaczepione na deferentach (duże koła). Deferenty krążyły wokół centrum ruchu, którym nie była Ziemia a środek deferentu Ziemi. Już w czasach Ptolemeusza (II w. n. e.) obserwacje nie zgadzały się z nieruchomą Ziemią będącą w centrum wszystkiego. Mimo to, umieszczenie Ziemi w szeregu z innymi planetami było krokiem odważnym, pokazującym otwartość umysłu Kopernika (Rybka i Rybka, 1972). Jego koncepcja „rozpędziła” wielkie umysły renesansu, myślicieli, przyrodników, którzy wyszli poza ciasne ramy jakkolwiek pojętych centryzmów. W tym sensie pamiętamy dzieło Kopernika współcześnie — jako myśl, która została zasiana, bardziej niż kompletna koncepcja filozoficzna, która zmieniła świat. Przewrót kopernikański dokonywał się w kolejnych wiekach.

Maksymalnie upraszczając można zredukować zasadę kopernikańską do elementu metody naukowej polegającego na zbadaniu zjawiska z innego punktu odniesienia, w innym układzie współrzędnych. W przypadku fizyki problem został wspaniale rozwiązany przez Einsteina, ale w innych dyscyplinach nauk przyrodniczych, czy społecznych nie mamy odpowiednika ogólnej teorii względności. Współczesne przyrodniczość, obejmujące ogromną przestrzeń zjawisk i procesów zachodzących we wszystkich skalach przestrzennych oraz w czasie, pozwala dostrzec potrzebę budowania hipotez, które będą poprawne w dowolnych układach odniesienia. Hipotezy i teorie muszą być „odporne” na przemieszczenia układu odniesienia z człowieka do dowolnego innego organizmu, z lokalnej społeczności do dowolnej innej grupy etnicznej, z Ziemi do każdej innej planety krążącej wokół innej gwiazdy. Oznacza to, że w różnych dziedzinach naszej wiedzy, naszej relacji z innymi ludźmi, z innymi stworzeniami czy też z innymi światami, powinniśmy zauważyć względność, brak wyróżnienia i modyfikować nasze teorie przyjmując za zasadę brak jednego, absolutnego układu odniesienia. Taka metoda, wynikająca z głębi zrozumienia myśli kopernikańskiej, może doprowadzić nas do odkrywania praw obiektywnych, do odkrywania prawdziwej natury rzeczywistości uwolnionej od naszej, ludzkiej subiektywności.

3. POSZUKIWANIE KORZENI.

Jednym z przykładów pokazującym jak współczesne osiągnięcia naukowe pozwalają przemieszczać układ współrzędnych jest badanie DNA, które pozwala określić pochodzenie swoich

przodków. W badaniu poszukiwane są sekwencje zgodne z wzorcami wyznaczonymi dla różnych grup etnicznych. Takie badania, jeśli interpretować je w kategoriach kopernikańskiego przemiesz-

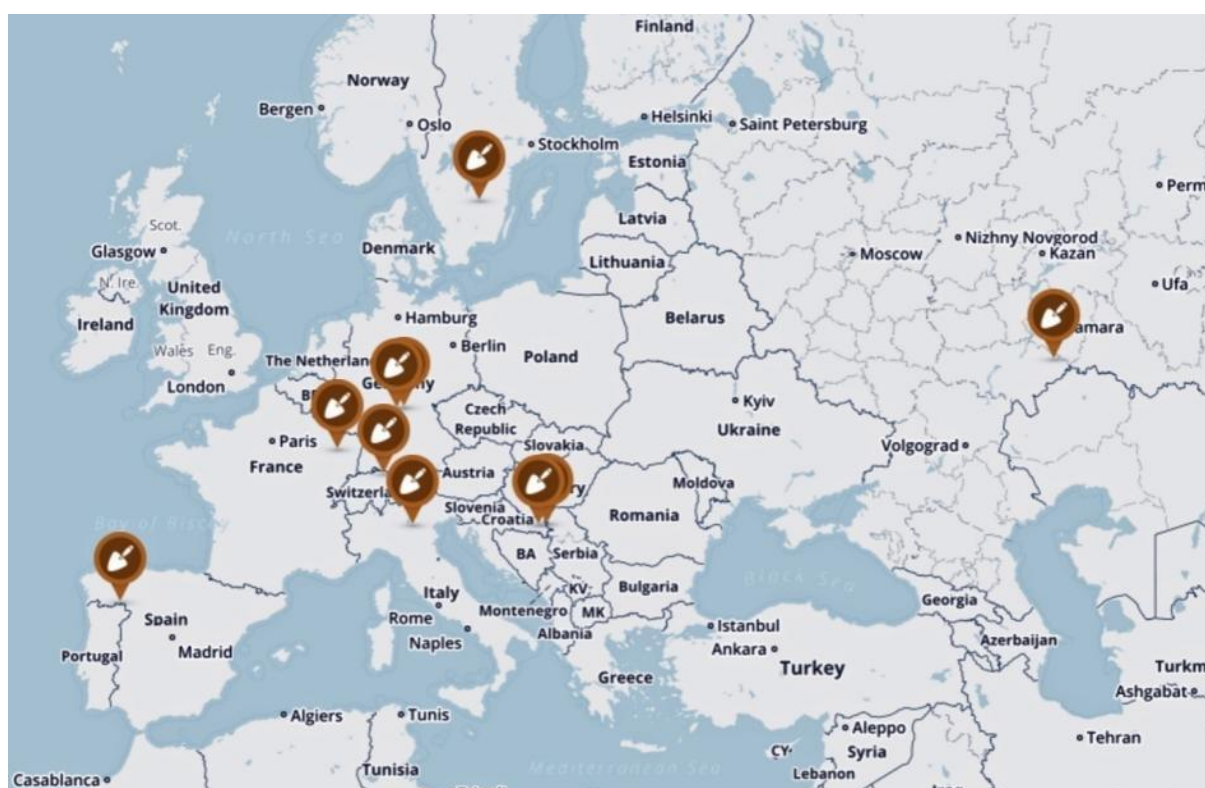


Rysunek 1 Wynik analizy DNA Autora. W 72% (kolor żółty) geny Autora pochodzą z Europy Wschodniej. Kolor lososiowy przedstawia 19% genów pochodzących z basenu Morza Śródziemnego. Najmniej (9%, kolor niebieski) jest genów zgodnych z mieszkańcami Wysp Brytyjskich.

czania układu współrzędnych i spoglądania na siebie z innych perspektyw, mogą prowadzić do ciekawych wniosków. Na pewno pozwalają nabrać dystansu do utożsamiania się z wybranymi grupami etnicznymi, społecznościami ograniczonymi do miasta, państw. W naukach humanistycznych zasada kopernikańska pojawia się w koncepcjach, które mówią o braku wyróżnionych kultur czy też ustrojów politycznych. Badania DNA dają solidną podstawę dla takich teorii. Spoglądając na mapę przedstawioną na Rysunku 1 łatwo zrozumieć, że jest to podejście bardziej zgodne z rzeczywistością. Autor, badając swój genotyp i jego pochodzenie z różnych obszarów, znajduje, że w ponad 70% jest przedstawicielem Europy Środkowo-Wschodniej. Nie może jednak

stwierdzić, że jest prawdziwym Polakiem, Ukraińcem czy Białorusinem, bo prawie jedna trzecia jego genów wskazuje na pochodzenie z innych obszarów Europy (Włochy, Grecja, Wielka Brytania). Autor jest w 100% Europejczykiem — to jedyne stwierdzenie, na podstawie badań, jakie można sformułować. Należy jednak pamiętać, że wykonane badanie dotyczyło jedynie najprostszego testu porównującego genotyp do współczesnego, a więc zatrzymanego w czasie, genotypu ludzi zamieszkujących Ziemię.

Gdyby zmienić układ odniesienia również w czasie, okazuje się, że przywiązywanie się do europejskiego pochodzenia może zacząć zawodzić. Wynik badania przedstawiony jest na Rysunku 2. Sięgając w przeszłość na kilka tysięcy lat, pojawiają się zgodności z DNA przodków pocho-



Rysunek 2 Podobieństwa w genotypie Autora i szczątków ze stanowisk archeologicznych.

dzących z okolic współczesnej Samary, a więc obszarów znajdujących się blisko granicy między Europą a Azją. Zauważmy, że to umowna granica. Jest jedynie kwestią przyjętego przez nas schematu podziału ziemskich lądów na kontynenty. Nie ma to nic wspólnego z rzeczywistością — obszary lądowe wciąż zmieniają swoje kształty, nie przejmując się zbyttno naszymi nadanymi granicami i układami odniesienia.

Zgodność DNA Autora i tego pobranego w miejscach wykopalisk archeologicznych wskazuje, że w 55% należy on do łowców-zbieraczy, 34% genów pochodzi z kultur rolniczych, a 11% należy do tzw. najeźdźców z epoki żelaza. Spoglądając na mapę (Rysunek 2) można zauważyć, że

tym razem środek ciężkości, układ odniesienia, jest przesunięty w kierunku Europy Zachodniej. Ciekawe, że odkryto pewną niewielką zgodność z Ötzi, czyli szczątkami człowieka znalezionymi w Południowym Tyrolu w 1991 r. na wysokości 3300 m n.p.m. Analiza DNA „człowieka lodu” pozwoliła stwierdzić, że najbliżsi jego współcześni potomkowie pochodzą prawdopodobnie z Korsyki i Sardynii, cierpiał na miażdżycę, miał nietolerancję laktozy oraz chorował na boreliozę (Keller i in., 2012).

Mając tego rodzaju analizy przed oczami i pamiętając o zasadzie kopernikańskiej łatwo możemy dojść do prostego wniosku: nie możemy się wyróżniać ze względu na rasę czy też pochodzenie. Wniosek banalny, jednak warto sobie zadać pytanie jak często we współczesnym świecie korzystamy z niego. Czy jednak nie tworzymy centrów, z którymi chcemy się utożsamić, do których chcemy się przywiązać i żyć w nieobiektywnej rzeczywistości? Wyjście z antropocentryzmu warto zacząć od prostych ćwiczeń wykonanych na sobie z wykorzystaniem współczesnych metod badawczych, bo stają się one dostępne dla każdego. Dyskusje dotyczące jakkolwiek pojętych „nas” i „ich” tracą sens, a wyróżnianie siebie na podstawie swojego miejsca urodzenia, przynależności etnicznej czy rasowej staje się bezpodstawne.

4. ZWIERZĘCY UKŁAD ODNIESIENIA.

Badania genetyczne pozwoliły także wykazać nasze związki ze światem innych zwierząt, bo dziś wiemy, że jedynie 1.2% genów różni nas od szympanów. Kiedy jeszcze nie zbudowaliśmy podstaw genetyki, w połowie XIX w. pojawił się ogromny skok w myśleniu człowieka: sformułowanie teorii ewolucji (Darwin, 1859). W pewnym sensie myśl Darwina rozwinęła się dopiero w późniejszych latach, dzięki następcom, podobnie jak w przypadku przewrotu kopernikańskiego. Wywiedzenie naszego pochodzenia wprost ze świata zwierząt było nie tyle przesunięciem układu odniesienia, co jego zniszczeniem — człowiek stał się zwierzęciem. Pogodzenie się z „degradacją” jaką było uświadomienie sobie przez ludzi swojej zwierzęcości zajęło następne 150 lat i tak naprawdę wciąż się nie zakończyło.

Uznanie ciągłości między światem zwierząt i ludźmi otwiera nowe horyzonty, pozwala odkrywać świat, którego nie zauważylibyśmy gdybyśmy nie podejmowali prób „wejścia w skórę zwierząt”, usunięcia z człowieka punktu odniesienia. Zastosowanie swoistej zasady kopernikańskiej, która mówi, że „człowiek nie jest wyróżnionym zwierzęciem”. Jest takim samym zwierzęciem jak inne, które po prostu wykształciło nieco odmienne przystosowania do przeżycia w świecie ograniczonych zasobów.

Do niedawna wyraźnie rozróżnialiśmy zachowania „zwierzęce”, które zwykle były utożsamiane z tą gorszą naturą człowieka, a „ludzkie”, które miały świadczyć o naszej przewadze nad

światem zwierząt: empatia, wrażliwość estetyczna, altruizm itd. Jednym z najintensywniej rozwijanych obecnie obszarów współczesnej psychologii jest myślenie ewolucyjne (Budzicz, 2012), które pozwala na rozwiązywanie, a przynajmniej na spoglądanie na stare problemy badawcze w nowy sposób. Świadomość podejścia ewolucyjnego w psychologii powodowana jest tym, że akceptujemy ciągłość procesów biologicznych i to stanowi podstawę do zmieniania naszej perspektywy. Przesunięcie układu współrzędnych nie oznacza tutaj przemieszczania się do organizmów niższych, gorszych — warto to mieć cały czas na uwadze. Ostatnie kilkanaście lat to ciągły proces „odkrywania” naszej zwierzęcości przez psychologów. Okazuje się, że zmiana perspektywy z antropocentrycznej na ewolucyjną pozwala odnaleźć w świecie zwierząt wiele obszarów wspólnych takich jak moralność, empatia, inteligencja, współczucie, normy społeczne, przyjaźń, przywiązanie, świadomość, kultura popularna, wierzenia religijne (Budzicz, 2012).

Jednak psychologia, nawet ewolucyjna, to wciąż badania skupiające się człowieku, czy też służące poznaniu jego zachowań. Przemieszczenie układu współrzędnych do zwierzęcia może być trudne, choć po fakcie wydaje się oczywiste. Kluczem do zasady kopernikańskiej w badaniu zwierząt jest termin *umwelt* wprowadzony przez jednego z ojców etologii Jakoba Johanna von Uexküll. *Umwelt* można rozumieć jako układ odniesienia zdefiniowany dla konkretnego zwierzęcia. Jest to układ bodźców ze świata zewnętrznego jakie są dostępne danemu osobnikowi. Ten zestaw dostępnych bodźców sprawia, że zwierzę porusza się w całkowicie odmiennej rzeczywistości niż my i jeśli chcemy go zrozumieć, to musimy nauczyć się rozumieć jego perspektywę. Na przykład świat bodźców zapachowych psa jest kilkukrotnie bogatszy od ludzkiego, w związku z czym jest on w stanie tworzyć obrazy zapachowe innych osobników. Jednocześnie słyszy wyższe częstotliwości dźwięku niż człowiek, ale wzrok ma podobny. Dodatkowo nie ma chwytnych kończyn, co w pewien sposób ogranicza możliwości przyglądania się obiektom czy też ich obwąchiwania. Biorąc to pod uwagę możemy skonstruować *umwelt* psa i poprzez przesunięcie układu współrzędnych próbować nawiązywać z nim świadomą komunikację międzygatunkową (Fleischer, 2017).

Przyjęcie perspektywy zwierzęcia pozwala lepiej projektować eksperymenty i interpretować ich wyniki, które nieuchronnie prowadzą do redukcji nad naszym gatunkiem. Wiele przykładów eksperymentów, które pozwalały zrozumieć zwierzęta dzięki przyjęciu ich perspektywy podaje w swoich książkach prymatolog Frans de Waal. Jeden z nich dotyczy badania samoświadomości słoni (de Waal, 2016). Standardowym badaniem jakie ma potwierdzić lub zaprzeczyć, że dany gatunek jest samoświadomy, jest test lustra. Polega on na tym, że zwierzęciu namalowany zostaje, w widocznym miejscu, znak w postaci kropki lub krzyżyka. Następnie stawia się przed nim lustro i jeśli zwierzę zainteresuje się tym znakiem, np. poprzez pocieranie go, to wnio-

skujemy, że ma świadomość, iż w lustrze widzi swoje odbicie, a nie innego osobnika. Lista gatunków zwierząt, które przeszły test jest stosunkowo krótka. Do niedawna nie było na niej słoni.

De Waal opisuje jak były wykonywane takie testy. Zwykle lustro o rozmiarze poniżej 2 m stawiano na zewnątrz klatki, w której przebywał słoń. Słonie nie reagowały na znak wymalowany na czole, a więc wnioskowano, że nie są samoświadome. Zastanówmy się jednak, co widzi słoń w takiej sytuacji? Najpewniej, ze względu na lokalizację lustra, swoje rozmiary i położenie (wewnątrz klatki), był w stanie zobaczyć, co najwyżej przęty klatki i swoje nogi. Kiedy skonstruowano eksperyment z uwzględnieniem perspektywy słonia, wynik był zupełnie inny. Ta modyfikacja polegała na umieszczeniu dużego lustra wewnątrz wybiegu dla słoni w Zoo w Bronxie. Słonica z namalowanym krzyżykiem podeszła do lustra i natychmiast zaczęła pocierać go trąbą. Test zaliczony. Jednak z perspektywy zasady kopernikańskiej pytanie brzmi: kto tak naprawdę zdał test? Słoń poddawany antropocentrycznemu egzaminowi, czy człowiek, któremu udało się wyjść poza ograniczenia antropocentrycznej iluzji?

Inny przykład, jeszcze mocniej ukazujący przywiązanie do naszego układu odniesienia, podany przez de Waala dotyczy testów rozpoznawania twarzy przez szympansy. Poszukując u nich tej zdolności naukowcy pokazywali im zdjęcia różnych twarzy. Były to zdjęcia twarzy osobników spokrewnionych ze sobą oraz całkowicie obcych, młodych i starych, obojga płci. Nie stwierdzono, aby szympansy miały umiejętność rozpoznawania twarzy. Test niezaliczony. Jednak w pewnym momencie jeden z naukowców zadał pytanie: a dlaczego pokazujemy im zdjęcia twarzy ludzi? W eksperymencie założono a priori, że ludzkie twarze są tak różne, że jeśli małpa rozpozna różnice, to nie będzie miała problemu z twarzami własnego gatunku! Ten sam eksperyment powtórzony później wielokrotnie, ale z wykorzystaniem zdjęć szympanсів pozwolił stwierdzić, że potrafią rozpoznawać swoich znajomych, określać stopień pokrewieństwa itd.

Takich umiejętności wykazywanych przez zwierzęta, jakie kiedyś uważaliśmy za typowo ludzkie, jest coraz więcej. Jednocześnie mamy coraz większą świadomość umiejętności, przystosowań ze świata zwierząt, które daleko przekraczają nasze możliwości. Wystarczy przytoczyć jeden przykład. Niewielkich rozmiarów ptak, orzechówka, szykując się na nadejście zimy zbiera orzechy, które ukrywa w różnych miejscach. Jej skrytki pokrywają obszar kilkunastu kilometrów kwadratowych, a liczba ukrytych orzechów sięga 20 000. Zdecydowaną większość, ponad 80%, orzechówka jest w stanie odnaleźć nawet pod grubą pokrywą śniegu (Ananin, 1993). Dwadzieścia tysięcy orzechów i kilkanaście kilometrów kwadratowych! Dobrym ćwiczeniem będzie przypominać sobie o tym za każdym razem kiedy szukamy kluczy do samochodu. Z tej perspektywy warto pamiętać, że ewolucja nie promuje najlepszych rozwiązań w ogóle, ale najlepsze przystosowania w ramach *umwelt* danego gatunku. My mamy inne przystosowania, inne ma orzechówka, słon, czy

mrówka. Każde z nas jest najlepszym rozwiązaniem w ramach danych ograniczeń. Z punktu widzenia ewolucji i różnorodności warunków w jakich funkcjonuje życie nie mamy większych podstaw do wyróżniania się z tła innych stworzeń.

Stawianie się na szczycie piramidy zależności międzygatunkowej zamiast relacji horyzontalnej prowadzi do myśli, która w interpretacji niektórych autorów może stanowić swoiste zaprzeczenie zasady kopernikańskiej, czyli do zasady antropicznej. W wielkim skrócie mówi ona o tym, że widziany przez nas świat — obejmujący całość stałych fizycznych, pierwiastków wyprodukowanych we wnętrzach gwiazd, położenia Słońca w Galaktyce oraz Ziemi względem Słońca, a także cała mnogość życia ziemskiego — jest taki właśnie, bo my powstałiśmy i na niego patrzymy. Często jednak jest ona rozumiana jako zestaw środków, które pojawiły się w celu wykształcenia człowieka. W takim sformułowaniu zasada antropiczna traktuje życie jako coś ulotnego i nietrwałego, co może — przy niewielkim zaburzeniu parametrów — zniknąć i nigdy nie pojawić się, a już na pewno nie doprowadziłoby do powstania człowieka. Patrząc z ewolucyjnego punktu widzenia moglibyśmy jednak stwierdzić coś całkiem przeciwnego: życie ma niezwykle zdolność dostosowywania się do zmiennych warunków. Człowiek jest po prostu świetnie dostosowany do warunków panujących na Ziemi. Tak samo jak ekstremofile żyjące w otoczeniu kominów geotermalnych na dnach oceanów. Traktujemy je jako organizmy, które przystosowały się do życia w tych warunkach, a nie twierdzimy, że kominy powstały, aby służyć bakteriom lubującym się w kąpielach we wrzątku.

To istotna różnica perspektywy między zasadą antropiczną a kopernikańską. Każda z tych zasad traktowana z umiarem pozwala na pogłębianie rozumienia Wszechświata, ale przesadne przywiązanie do którejkolwiek z nich ogranicza i prowadzi do błędnych wniosków. Za autora terminu „kosmologiczna zasada kopernikańska” uważany jest Hermann Bondi (Scharf, 2016), który był zwolennikiem modelu Wszechświata tzw. stanu stacjonarnego. Według tej koncepcji Wszechświat miał być stały w czasie, niezmienny, nie mający początku ani końca. Według Bondiego Wszechświat miał także wyglądać identycznie dla obserwatora znajdującego się w dowolnym miejscu i w dowolnym czasie. Dzisiaj wiemy, że to nie jest prawda, a doprowadzenie zasady kopernikańskiej do takiej postaci jest absurdalne. Podobnie z zasadą antropiczną, której podstawowym problemem jest centralne ulokowanie człowieka, przynajmniej tak jest często rozumiana ze względu na człowieka pojawiającego się w nazwie zasady. Jednak sam jej twórca, Brandon Carter, nie miał na myśli człowieka, a dowolnego obserwatora, który patrzy na Wszechświat w pewnym punkcie przestrzeni i czasu. W ten sposób rozumiana zasada antropiczna jest słabsza. Widzimy świat, bo wyewoluowaliśmy w takich, a nie innych warunkach, ale w innej części Wszechświata może istnieć całkowicie inaczej wyglądający inteligentny obserwator, który będzie tworem

swojej rzeczywistości (składu chemicznego, temperatury, parametrów macierzystej planety oraz gwiazdy itd.). Łącząc obie zasady w jedno moglibyśmy sformułować następującą myśl. Życie samo w sobie jest w stanie dostosować się do ogromnej różnorodności warunków, a ewolucja może doprowadzić organizmy wielokomórkowe do postaci świetnie przystosowanej do kontekstu parametrów, w których ewoluuje. Jako ludzie widzimy świat takim jaki jest, bo wyewoluowaliśmy optymalnie w danych warunkach, ale nie możemy założyć, że jesteśmy wyjątkowi we Wszechświecie, który daje tak ogromną różnorodność warunków w dowolnym punkcie przestrzeni i czasu, że przekracza to naszą wyobraźnię.

5. ŚWIATY POZAZIEMSKIE

Jak duża jest różnorodność dostępnych zestawów parametrów dla funkcjonowania życia? Ogromna, ale z punktu widzenia dowodów obserwacyjnych jesteśmy ograniczeni, jak dotąd, tylko do jednego przykładu — planety Ziemia. Jak duża jest różnorodność dostępnych światów? Wydaje się, że jest nieograniczona. W ostatnich latach zaczęliśmy poznawać je dziesiątkami, setkami, a nawet tysiącami w postaci kolejno odkrywanych planet pozasłonecznych.

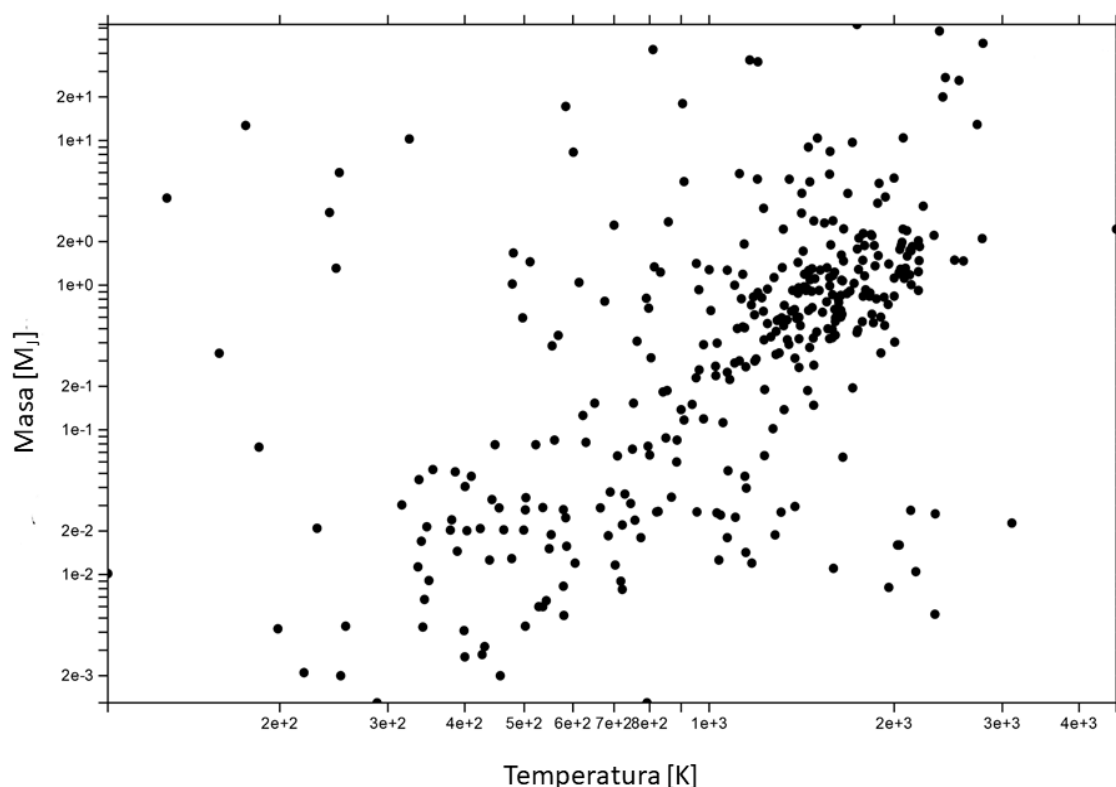
Jeszcze 30 lat temu w środowisku astronomów trwała gorąca dyskusja na temat powszechności występowania planet we Wszechświecie. Tak naprawdę ta dyskusja sprowadzała się do bardziej zawężającego pytania: „czy poza Układem Słonecznym mogą istnieć w ogóle planety?” Mając nad głowami tryliony gwiazd ludzie zadawali sobie znów pytanie z własnego, antropocentrycznego punktu widzenia. Nawet, kiedy został podany pierwszy niezbity dowód na istnienie innego układu planetarnego (Wolszczan i Frail, 1992), argumentowano, że to nie do końca przekonujący przykład, bo znalezione planety krążą wokół pulsara, egzotycznego obiektu, który tworzy się po śmierci gwiazdy o średniej masie. Z drugiej strony taka powściągliwość jest wskazana, kiedy chodzi o obiektywne wnioskowanie. Na szczęście nie zrezygnowano z poszukiwania kolejnych planet i planowano ambitne misje kosmiczne mające za cel tylko poszukiwanie pozasłonecznych układów planetarnych, takich jak teleskop kosmiczny Keplera², który doprowadził do eksplozji liczby znanych planet pozasłonecznych.

Baza znanych i potwierdzonych planet pozasłonecznych rośnie współcześnie w ogromnym tempie³. W czerwcu 2019 r. znamy już 4091 planet, które stanowią 3049 znanych układów planetarnych, z czego 663 to układy wielokrotne zawierające dwie i więcej planet. Patrząc na różnorodność parametrów fizycznych (rozmiary, temperatury, odległości od gwiazdy macierzystej itd.) łatwo można dojść do wniosku, że przyroda pozwala realizować prawie dowolną konfigurację

² https://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/main/index.html

³ <http://exoplanet.eu>

wciąż wprawiając nas w zdumienie. Spodziewaliśmy się odkrywać układy planetarne podobne do Układu Słonecznego tymczasem odkrywamy coraz to inne konfiguracje. Stanowi to przykład pułapki w jaką możemy wpaść używając zasady kopernikańskiej do wykazywania przeciętności naszego układu planetarnego. Jego przeciętność polega na tym, że gwiazda występuje wraz z planetami, natomiast konkretna realizacja rozmiarów i położenia planet jaka zdarzyła się w Układzie Słonecznym nie musi być powszechna. Znow mamy do czynienia z hybrydą zasady antropicznej i kopernikańskiej.



Rysunek 3. Rozkład temperatur i mas planet, dla których te parametry udało się wyznaczyć. Masy są wyrażone w masach Jowisza ($1.9 \times 10^{27} \text{ kg} = 318 \text{ mas Ziemi}$).

Na Rysunku 3. przedstawiony został rozkład mas i temperatur planet, dla których udało się te parametry wyznaczyć. Stanowią one zaledwie 348 obiektów spośród ponad 4000 znanych. Dominują planety duże, przypominające Jowisza i jednocześnie gorące (tzw. gorące Jowisze). Ten efekt interpretuje się jako typowy przykład selekcji obserwacyjnej. Nasze obecne możliwości odkrywania planet pozasłonecznych do pewnego stopnia faworyzują obiekty duże i znajdujące się stosunkowo blisko planety macierzystej. Planet, które możemy podejrzewać o posiadanie skalistej powierzchni (masy poniżej około $10^{-2} M_J$), znamy osiemdziesiąt dwie. Gdybyśmy szukali planet,

na których woda może istnieć w stanie ciekłym, to mamy kłopot polegający na tym, że nie możemy użyć prostego przeliczenia względem odległości od gwiazdy centralnej. Dobrym przykładem jest Ziemia. Dla obserwatora z zewnątrz, który zna tylko przybliżoną masę i odległość planety od Słońca, Ziemia byłaby planetą skalistą o temperaturze powierzchni -18°C , a więc nienadającą się do życia, całkowicie zamrożoną planetą. Rzeczywista średnia temperatura Ziemi jest wyższa i wynosi około 15°C ze względu na obecność atmosfery bogatej w gazy cieplarniane, które podniosły jej temperaturę powyżej punktu zamarzania wody. Warto o tym pamiętać kiedy szukamy drugiej Ziemi: przyroda zawsze potrafi nas zaskoczyć jeśli chcemy zbyt ciasno formułować ograniczenia dla istnienia życia.

Czy jesteśmy sami we Wszechświecie pełnym układów planetarnych? W świecie naukowym nie ma tutaj zgody. Zarówno zwolennicy jak i przeciwnicy przerzucają się argumentami, zasadami antropiczną i kopernikańską, ale nikt nie potrafi udzielić odpowiedzi. Traktując zasadę kopernikańską jako argument za naszą przeciętnością możemy wpaść w pułapkę podobną do tej w jaką wpadł szkocki minister Thomas Dick w latach trzydziestych XIX wieku (Scharf, 2016). Postanowił on oszacować liczbę wszystkich istot zamieszkujących planety Układu Słonecznego, a swoje szacunki oparł o założenie, że gęstość zaludnienia na innych planetach jest podobna do tej w Zjednoczonym Królestwie. Otrzymał oszałamiającą liczbę 22 bilionów istot! Obecnie wiemy jednak, że życie nie jest aż tak rozpowszechnione w Układzie Słonecznym. Ślepa wiara w przeciętność wyprowadzona z zasady kopernikańskiej sprowadziła ludzi na manowce. Po kolejnych porażkach w poszukiwaniu życia w Układzie Słonecznym jesteśmy bardziej skłonni przyjąć silną zasadę antropiczną i uznać, że życie istnieje tylko na Ziemi nawet przy ujęciu nieskończonej różnorodności planet pozasłonecznych.

6. A JEŚLI ISTNIEJĄ?

Dokładnie 100 lat temu, wiosną, dwie grupy astronomów przeniosło swoje instrumenty obserwacyjne do odległego miejsca, aby znaleźć się w układzie współrzędnych pozwalających obserwować całkowite zaćmienie Słońca. Chcieli potwierdzić teorię, która urodziła się w głowie człowieka potrafiącego wykonać eksperyment myślowy przemieszczający go do układu współrzędnych, w którym nie mógł się znaleźć. Trudno wyobrazić sobie, aby Einstein chciał skoczyć, bez zabezpieczenia, z wysokiego budynku w celu sprawdzenia hipotezy, która w ten sposób nigdy nie stałaby się nową teorią ze względu na śmierć swojego twórcy. Umiejętność przeprowadzania eksperymentu myślowego wydaje się wyjątkowa i dostępna jedynie wybranym, ale w rzeczywistości to nic trudnego. Wystarczy umieć zadać sobie pytanie: „Co stanie się, jeśli spojrzę na świat pozbywając się swojej perspektywy?”. Ludzie, którzy potrafili spojrzeć na zagadnienia z innego

układu odniesienia odnosili ogromne sukcesy naukowe, odkrywali rzeczywistość, która znajduje się tuż obok. Nie zauważamy jej, dopóki uznajemy człowieka za punkt odniesienia. Kopernik na pewno nie był pierwszym, który potrafił tego dokonać, ale bez wątpienia on i kontynuatorzy jego dzieła doprowadzili do spektakularnego poziomu rozumienia świata, z jakim mamy do czynienia obecnie.

Można odnieść wrażenie, że wiele współczesnych osiągnięć naukowych uczy nas pokory, pozbawia naturalnej tendencji do myślenia tylko z własnej perspektywy. To proces powolny, ale chyba warto pójść tą drogą — zrozumieć swoje miejsce we Wszechświecie, a nie zakładać swoje centralne położenie i nadrzędną rolę. Jedno z najważniejszych, a może najważniejsze pytanie na tej drodze brzmi: „Czy jesteśmy sami we Wszechświecie?”.

Czy Kopernik i dzieła jego następców pozwalają nam teraz odpowiedzieć na to pytanie twierdząco? Raczej nie, ale wydaje się, że to tylko kwestia czasu, gdy powiemy: „nie, nie jesteśmy sami”. Kolejne odkrycia naukowe stopniowo prowadzą do upadku bastionów naszej wyjątkowości. Odkryliśmy ogrom Wszechświata wypełnionego niewyobrażalną liczbą galaktyk, w każdej z nich znajdują się dziesiątki i setki miliardów gwiazd. Wokół każdej z tych gwiazd bez wątpienia krążą planety. Niektóre są skaliste. Liczbę skalistych planet w naszej Galaktyce szacuje się obecnie na kilkadziesiąt miliardów. Część z nich krąży w odległości umożliwiającej istnienie wody w stanie płynnym. Jeśli, za Kopernikiem, uznamy, że Ziemia jest po prostu planetą, to musimy uznać, że życie powstające na planecie także nie jest czymś wyjątkowym. Patrząc z perspektywy zewnętrznego obserwatora życie we Wszechświecie istnieje, a dowodem na to jest życie na planecie Ziemia.

Literatura:

- Ananin A.A.; Frejdlberg A.I.; Ananina T.L.; 1993, Bajkał, Barguzinskij zapowiednik, Fotoalbum (Байкал, Баргузинский заповедник), Moskwa, Wyd. Cepruss i Wyd. Siewiernyje prostrory
- Budzicz Ł.; 2012; w: Nauka, nr 3, 91-108
- Darwin K.; 1859, On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life, I edition, London, John Murray
- Dyson F. W.; Eddington A. S.; Davidson C.; 1920, A Determination of the Deflection of Light by the Sun's Gravitational Field, from Observations Made at the Total Eclipse of May 29, 1919; w: Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A, 220, 291
- Einstein A.; 1908, Über das Relativitätsprinzip Und die aus demselben gezogenen Folgerungen; w: Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik, 4, 411
- Fleischer M.; 2012, Reguly komunikacji intra- i intergatunkowej (na przykładzie człowieka i psa); w: Prace Kulturoznawcze XXI, 3

- Heller M.; 2008, Podglądanie Wszechświata, Kraków, Znak
- Isaacson W.; 2014, Einstein. Jego życie, jego wszechświat, Warszawa, W.A.B.
- Keller A.; Graefen A. i in.; 2012, New insight into the 'Tyrolean Iceman' origin and phenotype as inferred by whole-genome sequencing; w: Nature Communications 3, 698
- Rybka E.; Rybka P.; 1972, Kopernik. Człowiek i myśl, Warszawa, Wiedza Powszechna
- Scharf C.; 2016, Komplex Kopernika, Warszawa, Prószyński Media Sp. z o.o.
- Waal F. De; 2016, Bystre zwierzę, Copernicus Center Press
- Wolszczan A.; Frail D.; 1992, A Planetary System around the Millisecond Pulsar PSR1257 + 12; w: Nature, 355, 145-147