

Adres podcastu: <https://pioro.me/podcast>

Adres podcastu na Spotify: <https://open.spotify.com/show/3vPcnyzzgrLx4scjwfaTt8>

Autor podcastu: Jarosław Pióro, jarek@pioro.me

Transkrypt podcastu nr 003: "O dwóch systemach".

Data publikacji: 26 lipca 2019 r.

Dzień dobry, nazywam się Jarosław Pióro, witam Was w trzecim odcinku mojego astronomicznego podcastu.

Pod koniec poprzedniego odcinka zapowiadałem, że następny będzie o meteorach. Jednak mała zmiana planów – obiecuję, że jeszcze przed Perseidami odcinek o meteorach się pojawi, tymczasem musiałem dokończyć wywiad dla Fabryki Sztuk w Tczewie, poświęcony systemowi kopernikańskiemu, i skoro mam już ten tekst, to go Wam przeczytam. Mam nadzieję, że dowiecie się z niego czegoś nowego. Jako że był to wywiad, to są pytania i odpowiedzi.

Pytanie: Cofnijmy się do wczesnych cywilizacji. Jak wyobrażano sobie wszechświat i siły potężniejsze od ludzi? Pierwotni twierdzili (co niektórzy zresztą i dziś), że Ziemia jest płaska.

Odpowiedź: Tak naprawdę nie wiemy, co twierdzili pierwotni, bo najstarsze zachowane przekazy, w formie litografii, mają ok. 10 tys. lat, są więc względnie świeże - w stosunku do np. mowy. Ludzie kiedyś utożsamiali życie z ruchem, a ruch z życiem. Niebo się poruszało, błyskawice uderzały w ziemię, morze falowało, wiatr wiał, więc zupełnie naturalnie przypisywano wszystkim tym zjawiskom naturę istot żywych, potężniejszych od ludzi - bogów. Najwcześniejsze kosmogonie, które mówią o kształcie Ziemi - mezopotamska i egipska - przedstawiają ją w formie płaskiego dysku. Tak też jest we wczesnej Grecji. Jednak ok. szóstego wieku przed naszą erą zaczęła rodzić się świadomość kulistości Ziemi, by w czwartym wieku p. n. e. stać się już faktem naukowym. To z tamtego czasu pochodzą pierwsze znane pomiary średnicy Ziemi. W dziele *Περὶ οὐρανοῦ* (Peri uranou, O niebiosach) Arystoteles, największy filozof grecki, podaje dowody na kulistość Ziemi - kształt cienia, rzucanego przez Ziemię na Księżyc podczas zaćmienia czy różną wysokość, na którą wznoszą się nad horyzont gwiazdy w różnych miejscach na powierzchni Ziemi. Podaje nawet zmierzony obwód Ziemi - jeszcze przed Eratostenesem! - i stwierdza, że kula ziemską wcale nie jest duża. Innym argumentem za kulistością Ziemi, podnoszonym już w starożytności, był fakt, że oddalające się od portu okręty chowały się pod horyzont, tak, jakby się zanurzały, co świadczyło o tym, że powierzchnia morza nie jest płaska, lecz wypukła. Od czasów Arystotelesa ludzie wykształceni wiedzieli o kulistości Ziemi. W średniowieczu również - Arystoteles był najpopularniejszym filozofem, którego prace były powszechnie znane.

Pytanie: Dlaczego teorie przedkopernikańskie powszechnie nazywamy „układem geocentrycznym”?

Odpowiedź: Określenie „geocentryczny” oznacza „z Ziemią w środku”. Wrażenie nieruchomości Ziemi jest bardzo silne i potrzeba mocnych dowodów, by to intuicyjne przekonanie ustąpiło miejsca faktom. Takich dowodów w starożytności brakowało i pomimo

Adres podcastu: <https://pioro.me/podcast>

Adres podcastu na Spotify: <https://open.spotify.com/show/3vPcnyzzgrLx4scjwfaTt8>

Autor podcastu: Jarosław Pióro, jarek@pioro.me

Transkrypt podcastu nr 003: "O dwóch systemach".

Data publikacji: 26 lipca 2019 r.

tęgo, że Arystarch z Samos już w czwartym wieku p. n. e. postulował, by w środku Wszechświata zamiast Ziemi umieścić Słońce, jego wizja nie zdobyła popularności. Arystarch pomierzył odległości między Ziemią oraz Księżycem i Słońcem i wiedział, że Słońce jest dużo większe od Ziemi. Na ten argument również powołuje się później Mikołaj Kopernik. Ta jedna przesłanka nie wystarczyła, by przekonać większość uczonych do zmiany zdania o nieruchomości Ziemi i aż do czasów Kopernika powszechnie uważano, że to Ziemia tkwi nieruchomo w centrum Wszechświata. Wokół tej nieruchomej Ziemi miały poruszać się planety - po orbitach kołowych. To założenie bardzo szybko zostało podważone - już w czasach Arystarcha wiedziano, że prostym ruchem jednostajnym po okręgu wokół Ziemi nie da się precyzyjnie wyjaśnić ruchów planet czy Słońca lub Księżyca po niebie. Dzisiaj wiemy, że te niedokładności brały się z tego, że planety poruszają się nie po okręgach, lecz po elipsach. Czemu uczeni w starożytności czy średniowieczu nie wpadli na pomysł, by zastąpić okręgi elipsami? Elipsa, razem z okręgiem, parabolą i hiperbolą, należy do tzw. krzywych stożkowych, które możemy otrzymać, tnąc stożek płaszczyzną pod różnymi kątami. Teoria tych krzywych była w starożytności dobrze znana, rozwinięta i stosowana przy projektowaniu np. kadłubów statków. Elipsy były znane i powszechnie stosowane. Sam wielokrotnie czytałem, że niechęć do eliptycznych kształtów orbit planet brała się z przekonania, że planety, jako byty nadziemne, a więc idealne, powinny poruszać się po orbitach idealnych, a więc kołowych. Jest to robienie ze starożytnych głupków, którymi nie byli. Ich dokonania matematyczne czy naukowe są zdumiewające. Niechęć do elips brała się z czegoś innego, co zaraz wyjaśnię. Najpierw wytłumaczę, jak poradzono sobie z faktem, że planety po swoich torach czasami poruszają się szybciej, a czasami wolniej. Stworzono system kół, tzw. deferentów, ekwantów i epicykli. Torem planety wokół Ziemi było duże koło, zwane deferentem. Planeta jednak nie poruszała się bezpośrednio po deferencie, lecz po znacznie mniejszym kole, którego środek poruszał się po deferencie. To koło zwano epicyklem. Wprowadzenie epicykli znacznie poprawiło zgodność obserwacji z przewidywaniami teoretycznymi, jednak nie wyeliminowało niedokładności zupełnie. Wprowadzono więc dodatkowo ekwanty - koła z Ziemią w środku, po których poruszały się środki deferentów. Wprowadzenie ekwantów pozwoliło na otrzymanie bardzo dobrej zgodności modelu z obserwacjami. W systemie geocentrycznym nie można było zastąpić tych trzech kół dla każdej z planet jedną elipsą, ponieważ system błędnie zakładał, że Ziemia znajdowała się w środku tego młyna. Trzeba byłoby wprowadzić dwie elipsy dla każdej planety - jedną, która odzwierciedlałaby ruch Ziemi wokół Słońca, i drugą do odzwierciedlenia ruchu planety wokół Słońca. Dwie elipsy zamiast trzech kół - niewielkie uproszczenie, a co najważniejsze, w systemie Ptolemeusza wszystkie ruchy były jednostajne - nieruchomym środkiem każdego ekwantu była Ziemia, środek każdego deferentu poruszał się po ekwancie ruchem jednostajnym, tak samo, jak środek każdego epicyklu po deferencie. Po wprowadzeniu elips ruch planet po ich powierzchni musiały czasami przyspieszać, a czasami zwalniać. Oznaczało to, że planeta sama z siebie musiałaby zwiększać i zmniejszać swoją prędkość, a w tamtym czasie uważano, że ruch

Adres podcastu: <https://pioro.me/podcast>

Adres podcastu na Spotify: <https://open.spotify.com/show/3vPcnyzzgrLx4scjwfaTt8>

Autor podcastu: Jarosław Pióro, jarek@pioro.me

Transkrypt podcastu nr 003: "O dwóch systemach".

Data publikacji: 26 lipca 2019 r.

powinien być zachowany. Z tego samego powodu z deferentów i epicykli nie zrezygnował Kopernik. Dopiero późniejsze prace Leibniza, Bernoullich i Emilii du Châtelet doprowadziły do zasady zachowania energii i zrozumienia ilościowej zamiany energii kinetycznej w potencjalną i odwrotnie, jednak było to wiele lat po Koperniku.

Pytanie: Kiedy miały miejsce pierwsze obserwacje astronomiczne i na jakie pytania były one w stanie odpowiedzieć ówczesnemu człowiekowi? Do czego niezbędne były badania wszechświata ludziom w starożytności?

Odpowiedź: Ludzie obserwowali niebo od zawsze. Zachowała się notatka, że po zdobyciu Babilonu przez Aleksandra Wielkiego grecki król nakazał skopiować przechowywane tam zapiski astronomiczne kapłanów babilońskich, obejmujące trzydzieści jeden tysięcy lat! W świetle obecnej znajomości historii człowieka wydaje się to być niewiarygodne, jednak systematyczne obserwacje pozwalały dostrzec prawidłowości w ruchu ciał niebieskich i być może kapłani babilońscy na podstawie tych regularności pokusili się o wyliczenie wstecznych momentów zaćmień Słońca i Księżyca aż do tego czasu, co wyjaśniałoby jakoś tę liczbę. Swoją drogą, sam ten zapis świadczy o tym, że starożytni wierzyli, że świat istnieje od dawna, w co powątpiewają niektórzy nam współcześni.

Obserwacje ruchu Słońca i Księżyca były podstawą rachuby czasu i konstrukcji kalendarza. Znajomość kalendarza przydawała się do liczenia czasu czy planowania obchodów ważnych uroczystości. Pozwalała też przewidywać pory roku, opadów, pływów oceanicznych czy wylewów rzek, co miało wpływ na uprawę ziemi. Jednymi z najstarszych artefaktów związanych z astronomią, które dotrwały do naszych czasów, są zegary słoneczne i wodne z doliny Nilu, pochodzące sprzed trzech i pół tysiąca lat. Porządkowały czas, wyznaczały np. okres pracy danej zmiany przy ciężkich fizycznie zajęciach czy też prawo danego rolnika do korzystania z nawodnienia.

Proszę zauważyć, że cała rachuba czasu oparta jest o zjawiska astronomiczne. Długość doby wyznacza nam czas dokonania jednego obrotu Ziemi wokół własnej osi. Długość miesiąca wyznaczały fazy Księżyca, związane z jego ruchem obiegowym wokół Ziemi. Długość roku jest z kolei wyznaczana przez czas obiegu Ziemi wokół Słońca. Bardzo wiele wczesnych kalendarzy to były kalendarze księżycowe, oparte o fazy Księżyca - do dziś takim kalendarzem jest kalendarz żydowski. W takich kalendarzach niełatwo było zachować rytm roczny, dlatego z czasem większość cywilizacji przeszła na kalendarz oparty na Słońcu, czyli roczny. Szybko okazało się jednak, że w roku nie mieści się całkowita liczba dni. Zrozumienie, że rok to nie 365 dni, lecz odrobinę więcej, pociągnęło za sobą konieczność reformy kalendarza - inaczej dzień Nowego Roku przesunąłby się w kierunku jesieni z prędkością około jednego dnia na każde cztery lata. Tej reformy dokonał Gajusz Juliusz Cezar ponad dwa tysiące lat temu, dlatego też ten zreformowany kalendarz nazwano

Adres podcastu: <https://pioro.me/podcast>

Adres podcastu na Spotify: <https://open.spotify.com/show/3vPcnyzzgrLx4scjwfaTt8>

Autor podcastu: Jarosław Pióro, jarek@pioro.me

Transkrypt podcastu nr 003: "O dwóch systemach".

Data publikacji: 26 lipca 2019 r.

juliańskim. Świadectwem zmiany kalendarza są nazwy miesięcy w tradycji łacińskiej. Wrzesień - September, czyli siódmy - a nie dziewiąty!, październik - October, ósmy, i tak dalej, zachowały swoje nazwy z wcześniejszego kalendarza, zaś lipiec - Iulius - otrzymał nazwę po reformatorze. Z czasem okazało się jednak, że rok nie trwa 365 dni i jedną czwartą dnia, lecz nieco krócej. Ta drobna różnica powodowała dryf daty Nowego Roku w tempie około jednego dnia na sto lat w kierunku wiosny. Z początku różnica nie była zbyt duża, jednak po kilkunastu wiekach sięgnęła dwóch tygodni - i tu Kościół Katolicki w osobie papieża Grzegorza XIII zdecydował się przeprowadzić kolejną reformę kalendarza, by uzgodnić go lepiej z astronomią. Przy tej reformie wykorzystano obliczenia Mikołaja Kopernika. Ten nowy kalendarz od imienia papieża nazywamy gregoriańskim i jest najpowszechniejszym obecnie kalendarzem na świecie. Nie jest dokładny - nadal występuje delikatny dryf daty Nowego Roku w stronę wiosny w tempie jednego dnia na każde trzy tysiące lat, więc za kilka mileniów trzeba będzie znowu wprowadzić drobną korektę.

Niezmiennność położenia gwiazd względem siebie miała pewien wymiar mistyczny - że tam ponad nami istnieje niezmienny, idealny porządek, do którego warto dążyć i tu na ziemi. Dostyc szybko ludzie zaczęli wykorzystywać gwiazdy do określania stron świata i posługiwać się nimi w podróżach. Nawet cywilizacje względnie prymitywne sporządzały mapy gwiazdne, które pozwalały pokonywać im ogromne dystanse przez tereny pozbawione charakterystycznych punktów orientacyjnych. Tuaregowie pokonywali w ten sposób Saharę, a ludy polinezyjskie, posługując się mapami wykonanymi z muszelek i patyków, żeglowały po bezkresach Oceanu Spokojnego, znajdując drogę do wysp, oddalonych czasami o setki kilometrów. Przykładem może być kilkukrotne zasiedlenie Hawajów czy Wyspy Wielkanocnej. Ta ostatnia znajduje się w odległości ponad dwóch tysięcy kilometrów od najbliższego zamieszkałego lądu. Według przekazów tubylców ich przodkowie przybyli na te odległe wyspy w olbrzymich łodziach, wraz z całymi rodzinami. Wydaje się bardzo prawdopodobne, że lądy te zostały najpierw odkryte przez pojedynczych śmiałków, a potem zasiedlone już przez planowe wyprawy. Wymagało to jednak precyzyjnej, wielotygodniowej nawigacji, a tu nieocenione było niebo ze swymi niezmiennymi konstelacjami. Mamy też przekazy o wyprawach Wikingów, którzy również posługiwali się niebem do nawigacji, odkrywając m. in. Amerykę na wiele wieków przed Kolumbem.

Pytanie: Przed Mikołajem Kopernikiem wielu naukowców zajmowało się astronomią. Czy byłby Pan w stanie podać nazwiska najważniejszych z nich i streścić w kilku zdaniach wyniki ich badań?

Odpowiedź: Naukowcy to niewłaściwe słowo, lepiej nazywać ich filozofami przyrody. Nie specjalizowali się w jednej konkretnej dziedzinie, raczej starali się zrozumieć otaczający nas świat, koncentrując się bardziej, niż inni, na jego przyrodniczych, a nie duchowych, aspektach. Z całą pewnością już w czasach przedhelleńskich zrodziło się wiele

Adres podcastu: <https://pioro.me/podcast>

Adres podcastu na Spotify: <https://open.spotify.com/show/3vPcnyzzgrLx4scjwfaTt8>

Autor podcastu: Jarosław Pióro, jarek@pioro.me

Transkrypt podcastu nr 003: "O dwóch systemach".

Data publikacji: 26 lipca 2019 r.

interesujących idei i hipotez, jednak żadne z nazwisk nie dotrwało do naszych czasów. Najstarsze przekazy greckie, które znamy, dotyczące filozofii przyrody, podkreślają rolę Egiptu i Mezopotamii w badaniu Wszechświata. Trudno dziś stwierdzić, na ile najwcześniejsze znane nam idee greckie, które do dziś stanowią podstawę naszego światopoglądu, były rzeczywiście greckiego autorstwa. Jednak to właśnie w starożytnej Grecji pojawiły się umysły, których intuicje na zawsze zmieniły postrzeganie rzeczywistości.

Jest wiele dowodów, że aż do piątego wieku przed naszą erą wyobrażenia o Wszechświecie były bardzo naiwne. Jednym z bardziej znanych przykładów jest fakt, że Homer mówi o Gwieździe Wieczornej i Gwieździe Porannej tak, jakby to były dwa różne obiekty, i właśnie w piątym wieku przed naszą erą Parmenides z Elei stwierdza, że to jest jeden i ten sam obiekt - planeta Wenus. Tenże Parmenides jako pierwszy twierdził, że Księżyc nie świeci własnym blaskiem, lecz odbija jedynie światło Słońca.

W 467 r. p. n. e. w Jonii, nad brzegami rzeczki Aegos, spadł dosyć spory meteoryt, o średnicy kilku metrów. Tereny były zamieszkałe i gład został znaleziony tuż po upadku, jeszcze gorący. Mieszkający w okolicy Anaksagoras wziął ten upadek za dowód poparcia dla swojej teorii, że Słońce i inne ciała niebieskie to rzeczywiste byty, rozgrzane do wielkich temperatur kamienie. Przed upadkiem meteorytu na niebie widoczna była kometa i dla Anaksagorasa był to dowód, że ciała niebieskie pękają od czasu do czasu i ich fragmenty w postaci meteorytów mogą spaść na Ziemię, a wcześniej podróżują przez kosmos jako komety. Anaksagoras jako pierwszy podał też poprawne wyjaśnienie przyczyn zaćmień Słońca i Księżyca.

Historia z meteorytem znad rzeczki Aegos pokazuje, jak rodził się współczesny światopogląd - z wielu hipotez na temat natury świata popularność wśród filozofów uzyskiwały te, które lepiej wyjaśniały obserwowane zjawiska. Ta historia pokazuje ładnie relacje nauka-ideologia. Filozofowie w ogólności, a teologowie w szczególności, poznawali świat najpierw przez perspektywę tych jego właściwości, które nie podlegały świadectwu zmysłów, które - jak wiedzieli - bywa zwodnicze i mylne. Opierali się na rozumie i introspekcji. Jeśli chodzi o interpretację świata zmysłowego, czyli tego, który poznajemy za pomocą zmysłów, możemy go też nazwać fizycznym czy materialnym - to był on dla nich niejako wtórny wobec świata pozazmysłowego, i interpretowali go poprzez teorie, które opisywały świat pozazmysłowy. W Grecji okresu hellenistycznego rodzi się nowe podejście. Chodzi w gruncie rzeczy o okres już po śmierci Arystotelesa. Zaczątki tego innego podejścia pojawiały się już wcześniej, jednak w okresie między trzecim a pierwszym wiekiem przed naszą erą pojawia się już cały system, który możemy nazwać metodą naukową.

Czym różniła się od opisanych wyżej metod filozoficznych? Jej podstawą było skoncentrowanie się na świecie zjawisk fizycznych. Podsumowuje to grecki termin *σῶζειν τὰ*

Adres podcastu: <https://pioro.me/podcast>

Adres podcastu na Spotify: <https://open.spotify.com/show/3vPcnyzzgrLx4scjwfaTt8>

Autor podcastu: Jarosław Pióro, jarek@pioro.me

Transkrypt podcastu nr 003: "O dwóch systemach".

Data publikacji: 26 lipca 2019 r.

φαινόμενα, (sozein ta phainomena, zachować zjawiska). Filozofowie tamtego czasu uważnie obserwowali świat fizyczny i zachodzące zjawiska, starając się tworzyć hipotezy, które pozwalałyby jak najlepiej je wyjaśnić, bez żadnych naleciałości ideologicznych. Nie mieli też ambicji tworzenia teorii wszystkiego, jak to często wcześniej - i wielokrotnie później - bywało. W tym kontekście chciałbym posłużyć się przykładem Hipparcha z Nikei, który dla mnie jest, obok Euklidesa z Aleksandrii, Arystarcha z Samos, Archimedesesa z Syrakuz, Ktesibiosa z Aleksandrii, Herofilosa z Chalcedonu i Chryzypa z Soloi, najlepszym przykładem prawdziwego krzewiciela metody naukowej. O ile nazwiska Euklidesa czy Archimedesesa są powszechnie znane, o tyle mało kto poza światem ludzi zajmujących się historią nauki słyszał o Ktesibiosie, Herofilosie czy Chryzypie, a są to postacie zupełnie wyjątkowe. Ktesibiosa moglibyśmy określić ojcem inżynierii, Herofilosa - współczesnej medycyny, a Chryzypa - lingwistyki. Wróćmy jednak do naszego Hipparcha. Otóż zajmując się ideą Arystarcha o ruchu Ziemi wokół Słońca odrzucił ją, jednak nie posługując się jakimiś ideologicznymi przesłankami, lecz badając zjawisko paralaksy. Zdawał sobie sprawę z tego, że ruch Ziemi wokół Słońca powinien powodować roczną precesję położenia gwiazd bliższych nam na tle gwiazd położonych dalej. Próbował to zjawisko zmierzyć, niestety, pomiary wskazywały, że gwiazdy nie zmieniają swojego położenia względem siebie. Aby to wyjaśnić, przyjął powszechne w tym czasie stanowisko o nieruchomości Ziemi, jednak zaznaczył, że może się mylić, bo być może gwiazdy są położone znacznie dalej, niż myślimy, i paralaksa istnieje, jest jednak zbyt mała, byśmy byli w stanie ją zmierzyć. Właśnie ta umiejętność dostrzegania innych wyjaśnień i pokora wobec własnych możliwości jest charakterystyczna dla metody naukowej. W innej sytuacji Hipparch, gdy policzył pewną wartość dwukrotnie, posługując się dwiema różnymi metodami i otrzymując dwa rozbieżne wyniki, nie wybrał jednego z nich, nie nagiął czy nie uśrednił otrzymanych wartości, lecz podał obie i stwierdził, że nie wie, skąd wynika różnica pomiędzy wynikami i ma nadzieję, że przyszłe pokolenia będą w stanie ją wyjaśnić.

Bezpośrednią przyczyną eksplozji stosowania metody naukowej w Grecji hellenistycznej była synergia wiedzy, spowodowana założeniem biblioteki w Aleksandrii, a potem kolejnych, jak chociażby pergamońskiej. Do tych ośrodków ciągnęły największe umysły - greckie, egipskie, mezopotamskie, semickie, i ten tygiel różnych doświadczeń, pomysłów, osobowości i kultur doprowadził do gwałtownego rozwoju nauki. Koniec tego świata nie był jednak spowodowany nastaniem chrześcijaństwa, jak to czasami próbuje się przedstawiać, lecz ekspansją Rzymian - wraz ze swoją bardzo pragmatyczną i prostą kulturą, których nie interesowały niuanse naukowych rozważań. Jednym z symboli tego regresu jest następujący przykład - wzmiankowany wcześniej Archimedes napisał traktat na temat kształtu plastra miodu, w którym udowadnia, że komórki plastra mają kształt sześciokątów, ponieważ jest to rozwiązanie matematycznie optymalne, gdy kryteriami są: pojemność komórek i jak najmniejsza ilość budulca na ich skonstruowanie. Dwieście pięćdziesiąt lat później, już w

Adres podcastu: <https://pioro.me/podcast>

Adres podcastu na Spotify: <https://open.spotify.com/show/3vPcnyzzgrLx4scjwfaTt8>

Autor podcastu: Jarosław Pióro, jarek@pioro.me

Transkrypt podcastu nr 003: "O dwóch systemach".

Data publikacji: 26 lipca 2019 r.

czasach rzymskich, Pliniusz Starszy pisze, że komórki plastra miodu mają sześć ścian, bo pszczoła ma sześć nóg i każda z nich służy do budowy jednej ścianki.

Wróćmy jednak do listy tych osób, które najbardziej zasłużyły się dla rozwoju astronomii. Alkmeon z Krotonu, uczeń Pitagorasa, który żył na przełomie szóstego i piątego wieku p. n. e., jest wymieniany jako pierwszy, który stwierdził, że planety nie poruszają się swobodnie, lecz zgodnie z pewnymi matematycznymi prawami.

Spośród prekursorów współczesnej nauki należy wymienić Demokryta z Abdery, twórcę teorii atomistycznej, który twierdził, że Wszechświat jest nieskończony, wypełniony próżnią, a Droga Mleczna jest zbiorem wielu odległych gwiazd.

Wspomniany już Arystarch z Samos uważał, że Ziemia obraca się wokół własnej osi, krąży wokół Słońca, które jest gwiazdą jak inne, tylko bliżej położoną.

Wymieńmy też Eratostenesa z Cyreny, którego pomiar obwodu Ziemi okazał się być bardzo dokładny, który wprowadził współrzędne geograficzne, zmierzył też dokładnie długość roku.

Hipparch z Nikei udoskonalił matematycznie teorię ruchu planet, Księżyca i Słońca, sporządził katalog gwiazd, obejmujący ponad 1000 obiektów, zaproponował skalę jasności gwiazdnych, którą stosujemy do dziś, zmierzył również tempo precesji, czyli ruchu osi obrotu Ziemi w przestrzeni, chociaż nie rozumiał do końca natury tego procesu.

Ostatnim wielkim astronomem tamtych czasów był Ptolemeusz z Aleksandrii, który w swoim dziele *Μαθηματικὴ Σύνταξις* (Mathematike Syntaxis, Traktat matematyczny) zebrał całość ówczesnej wiedzy astronomicznej, wraz z bardzo precyzyjnym modelem matematycznym Wszechświata z Ziemią w jego środku. To ten system właśnie przyszło zanegować Kopernikowi kilkanaście wieków później.

Pytanie: Prosimy o wyjaśnienie na czym polega fenomen odkrycia Mikołaja Kopernika?

Odpowiedź: W powszechnym odbiorze istnieje przekonanie, że Mikołaj Kopernik był pierwszym filozofem przyrody, który wpadł na pomysł, że to Ziemia krąży wokół Słońca, a nie odwrotnie. To nie jest prawda, bo tego typu teorie pojawiały się wcześniej, a pierwszą znaną historii teorię heliocentryczną stworzył wspomniany wcześniej Arystarch z Samos. Mikołaj Kopernik był świadom teorii Arystarcha, sam użył w swoim dziele *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (O obrotach sfer niebieskich) argumentu Arystarcha o wielkości Słońca w porównaniu z Ziemią. Kopernik nie był ojcem pomysłu, ale jako pierwszy opracował model matematyczny, równie szczegółowy, co wcześniejszy model Ptolemeusza, który również pozwalał liczyć przewidywane położenia planet, Księżyca i Słońca na niebie, ale przy

Adres podcastu: <https://pioro.me/podcast>

Adres podcastu na Spotify: <https://open.spotify.com/show/3vPcnyzzgrLx4scjwfaTt8>

Autor podcastu: Jarosław Pióro, jarek@pioro.me

Transkrypt podcastu nr 003: "O dwóch systemach".

Data publikacji: 26 lipca 2019 r.

założeniu, że to Słońce jest w centrum Wszechświata, a Ziemia obraca się wokół własnej osi i jednocześnie obiega Słońce.

Dziś nikt nie korzysta już z tego modelu, który okazał się co prawda bliższy rzeczywistości, ale mimo wszystko niepoprawny. Kopernik co prawda usunął Ziemię ze środka Wszechświata, ale umieścił na jej miejscu Słońce. Dziś wiemy, że Słońce jest tylko jedną z wielu gwiazd, zupełnie przeciętną zresztą. Inną porażką teorii Kopernika było założenie, że Ziemia, tak jak i inne planety, porusza się po orbitach kołowych. To założenie spowodowało, że orbity planet nie zgadzały się z modelem i Kopernik był zmuszony wprowadzić do niego epicykle, które miał nadzieję wyeliminować, w rzeczywistości w jego teorii jest nawet więcej epicykli, niż w unowocześnionej teorii ptolemeuszowskiej, której używano w czasach Kopernika.

Największym dziedzictwem myśli Kopernika obecnie jest tzw. zasada kopernikańska - pogląd filozoficzny, według którego miejsce człowieka w Kosmosie nie jest w żaden sposób uprzywilejowane.

Pytanie: Czy współcześni Mikołajowi Kopernikowi zachwycili się jego teorią? Ilu miał wrogów?

Odpowiedź: Stosunek do teorii Kopernika był różny, zarówno wśród katolików, jak i protestantów. Znacznie mniejsze emocje wzbudzała wśród uczonych, którzy traktowali ją jako hipotezę naukową, którą warto sprawdzić. W gronie przychylnych teorii znalazło się wielu wykształconych przedstawicieli kościoła katolickiego, w tym gronie papież Klemens VII i Paweł III, kardynał Nikolaus von Schönberg, biskup Tiedemann Giese. Model kopernikański został wykorzystany przy obliczeniach, które posłużyły papieżowi Grzegorzowi XIII w 1582 r. do reformy kalendarza. Znacznie gorzej teoria została przyjęta przez protestantów. W ostrych słowach krytykowali ją zarówno Marcin Luter, jak i Jan Kalwin. Jednakże linia podziału nie była symetryczna, teorię krytykowało wielu przedstawicieli kościoła katolickiego, zaś wśród uczonych protestanckich często spotykała się z życzliwym zainteresowaniem, czy, jak w przypadku Jana Keplera, entuzjastycznym przyjęciem. Z czasem, w miarę narastania napięć religijnych oraz rosnących tendencji do wykorzystywania teorii kopernikańskiej do celów ideologicznych, stanowisko kościoła katolickiego uległo zaostreniu. Sama księga *De Revolutionibus* została umieszczona w spisie ksiąg zakazanych, jednak nie jako księga heretycka, lecz *donec corrigatur*, czyli wymagająca wyjaśnień co do interpretacji. Nie przeszkodziło to ludziom Kościoła krzewić jej przemyśleń. Wspomnę tu bardzo mało znaną postać Giacomo Rho, włoskiego jezuitę, który na przełomie szesnastego i siedemnastego wieku udał się do Chin, gdzie został urzędnikiem cesarskim. Jego główne zadanie polegało na przetłumaczeniu Nowego Testamentu na chiński, był jednak zarazem ambasadorem kultury europejskiej w Państwie Środka. Ze względu na jego

Adres podcastu: <https://pioro.me/podcast>

Adres podcastu na Spotify: <https://open.spotify.com/show/3vPcnyzzgrLx4scjwfaTt8>

Autor podcastu: Jarosław Pióro, jarek@pioro.me

Transkrypt podcastu nr 003: "O dwóch systemach".

Data publikacji: 26 lipca 2019 r.

wiedzę astronomiczną cesarz polecił mu dokonać m. in. reformy kalendarza, a w kronikach chińskich zachowały się wzmianki o tym, że Rho przedstawiał cesarzowi założenia pracy Kopernika - i tak, dzięki, jezuitom, Chińczycy poznali system heliocentryczny.

Wokół stanowiska Kościoła katolickiego do teorii kopernikańskiej narosło mnóstwo nieporozumień. Widziałem dane, według których spora część Amerykanów uważa, że Galileusz spłonął na inkwizycyjnym stosie za głoszenie teorii Kopernika. Myślę, że i w Polsce znalazłoby się sporo takich osób. Jest to kompletna bzdura, Galileusz dożył sędziwego wieku. Podczas jego procesu mieszkał w pałacu, udostępnionym mu przez papieża. Postawa Galileusza nie była naukowa - upierał się przy słuszności teorii kopernikańskiej, pomimo jej wyraźnych mankamentów. Stanowisko Inkwizycji też nie było takie, jak to się często przedstawia - nie twierdziła ona, że teoria heliocentryczna jest błędna, lecz że jest hipotezą, tak samo jak teoria geocentryczna, i nie można jej jednoznacznie promować jako jedynie właściwej, co próbował czynić Galileusz. Nie został spalony na stosie, nie był poddany jakimkolwiek torturom, a wymierzone mu kary byłyby nawet w dzisiejszych czasach uznane za łagodne - trzyletni areszt domowy, który spędził najpierw w willi Medyceuszów w Pincio, potem w pałacu arcybiskupim w Sienie, a na końcu w willi "Perła" w Arcetri. Drugą nałożoną karą był nakaz cotygodniowego odmawiania siedmiu psalmów pokutnych. Na prośbę siostry Galileusza, która była zakonnicą, tę powinność przeniesiono z czasem na nią, jednak Galileusz psalmy polubił i odmawiał je, pomimo przeniesienia kary.

Innym przeinaczeniem historii jest suponowanie, że Giordano Bruno za głoszenie teorii kopernikańskiej spłonął na stosie. Prawdą jest, że Bruno na stosie spłonął, jednak przyczyna śmierci była zupełnie inna. Został oskarżony przez dożę weneckiego Mocenigo o to, że obiecał nauczyć go różnych technik magicznych, lecz przekazane środki sprzeniewierzył. Proces dotyczył spraw wiary, nie nauki, i trudno się dziwić, że Kościół katolicki potępił zakonnik dominikańskiego - bo Bruno złożył śluby zakonne - za to, że głosił wszem i wobec, iż Chrystus był nieszczęśnikiem, prowadzącym ludzi na manowce, że jego cuda były pozorne, bo nie był Bogiem, a zręcznym magikiem (sam Bruno parał się czarną magią), że śmierć Chrystusa odbyła się wbrew jego woli, że zakony zanieczyszczają świat, Maryja nie była dziewicą, i nie ma żadnego piekła i kary za grzechy. Jak widać, Bruno "jechał po bandzie" w bardzo wielu sprawach, i czynienie z niego męczennika teorii kopernikańskiej jest fałszowaniem historii.

Należy jednak pamiętać, że teoria kopernikańska budziła sprzeciw także wielkich astronomów tamtych czasów, na przykład Tycho Brahe, który był najwybitniejszym obserwatorem epoki przed skonstruowaniem teleskopu. Zgodnie z przewidywaniami teorii heliocentrycznej, efektem ruchu Ziemi powinny być drobne przesunięcia w pozycjach gwiazd bliższych w stosunku do gwiazd położonych dalej, tzw. efekt paralaksy. Niestety, tej

Adres podcastu: <https://pioro.me/podcast>

Adres podcastu na Spotify: <https://open.spotify.com/show/3vPcnyzzgrLx4scjwfaTt8>

Autor podcastu: Jarosław Pióro, jarek@pioro.me

Transkrypt podcastu nr 003: "O dwóch systemach".

Data publikacji: 26 lipca 2019 r.

paralaksy nie można było zaobserwować. Był to poważny mankament teorii heliocentrycznej, podniesiony zresztą już przez Hipparcha wobec teorii Arystarcha.

W czasach Kopernika, tak jak i przedtem zresztą, obserwatorzy nieba uważali, że gwiazdy nie jawią się jako punkty, lecz małe dyski, których średnice można oszacować. Tycho Brahe w swoim katalogu gwiazd, który jest powszechnie uważany za najlepszy katalog ery przedteleskopowej, podaje zresztą średnice jaśniejszych gwiazd. Przy powszechnym wtedy - i, jak się okazało, słusznym - założeniu, że gwiazdy to słońca, tylko dalej położone, z tych pomiarów można było oszacować odległości do gwiazd. Całe te wywody okazały się błędne, ponieważ obserwowane średnice gwiazdne okazały się nie rzeczywiste, lecz pozorne - istotnie gwiazdy wydają się obiektami niepunktowymi, jest to jednak spowodowane zjawiskiem dyfrakcji, ugięcia fali na brzegach instrumentu obserwacyjnego, w przypadku dawnych astronomów oka, później soczewki czy lustra teleskopu. Zjawisko to wyjaśnił George Airy w 1835 roku. Koniec końców okazało się, że gwiazdy są położone znacznie dalej, niż uważano, i pierwszą paralaksę gwiazdną zmierzono dopiero w 1838 roku. Dopiero więc w dziewiętnastym wieku udało się rozwiązać ostatnie wątpliwości wokół teorii kopernikańskiej, potwierdzając tym samym ruch obiegowy Ziemi wokół Słońca.

Pytanie: Wielu naukowców twierdziło, że zainteresowanie Kopernika wszechświatem miało mistyczny charakter. Badając wszechświat widział w nim wielkie dzieło Stwórcy. Z drugiej strony obawiał się ogłoszenia swojej teorii, gdyż nie zgadzała się ona z niektórymi ówczesnymi poglądami teologicznymi. Od momentu wydania jego dzieła, teoria Kopernika nie została uznana za prawdę historyczną, lecz za hipotezę. W marcu 1616 roku Święte Oficjum umieściło dzieło „O obrotach sfer niebieskich” w Indeksie Ksiąg Zakazanych, a zakaz wydawania tego dzieła został anulowany dopiero w 1835 roku.

Odpowiedź: Zwłoka Kopernika nie wynikała z obaw przed reakcją Kościoła, lecz z faktu, że dysponował on skromnymi danymi obserwacyjnymi, a jego teoria nie do końca zgadzała się z obserwacjami. System geocentryczny był dopracowywany przez kilkanaście wieków, Kopernik miał do dyspozycji jedynie kilkadziesiąt lat swego życia. Należy pamiętać, że pewne założenia teorii, jak to, że planety poruszają się po kołach, a nie po elipsach, powodowały, że teoria nie odpowiadała rzeczywistości, i konstruowany przez Kopernika model nie dawał poprawnych wyników. Przez wiele dziesięcioleci istniało sporo argumentów przeciwko teorii kopernikańskiej, jak wspomniana wcześniej paralaksa, czy też raczej jej brak. Nie pomógł teorii Galileusz, który jako argument za ruchem obiegowym Ziemi podał pływy, które powodowane są nie ruchem Ziemi, lecz ruchem Księżyca wokół Ziemi. Przez długi czas istniały argumenty zarówno za teorią geocentryczną, jak i heliocentryczną, z czasem jednak tych drugich było coraz więcej. Jak powiedziałem wcześniej, ostatecznym potwierdzeniem teorii o ruchu obiegowym Ziemi było zmierzenie pierwszej paralaksy, co nastąpiło dopiero w XIX wieku.

Adres podcastu: <https://pioro.me/podcast>

Adres podcastu na Spotify: <https://open.spotify.com/show/3vPcnyzzgrLx4scjwfaTt8>

Autor podcastu: Jarosław Pióro, jarek@pioro.me

Transkrypt podcastu nr 003: "O dwóch systemach".

Data publikacji: 26 lipca 2019 r.

Pytanie: Ile wiedzy współczesna nauka czerpie z nauki kopernikańskiej?

Odpowiedź: Naukowo teoria kopernikańska została zastąpiona najpierw teorią grawitacji Newtona, która wyjaśniła naturę sił, działających pomiędzy planetami i Słońcem, a potem Ogólną Teorią Względności Einsteina, w której pojęcie grawitacji uległo dalszej ewolucji. Okazało się, że Ziemia nie porusza się wokół Słońca, tylko wokół wspólnego środka ciężkości całego Układu Słonecznego, i to nie po kole, lecz po skomplikowanej krzywej, której najbliżej do elipsy. Słońce nie jest, wbrew temu, co twierdził Kopernik, centrum Wszechświata, lecz jedną z wielu gwiazd, żółtym karłem ciągu głównego, który krąży na peryferiach ogromnego skupiska gwiazdowego, galaktyki zwanej Drogą Mleczną. Jednak coś przetrwało - oprócz samej zasady kopernikańskiej, która odgrywa dużą rolę w filozofii, nie tylko przyrody. Od czasów Kopernika nauka zaczęła uniezależniać się od filozofii. Obecnie uprawianie nauki polega na formułowaniu hipotez, weryfikacji empirycznej wynikających z tych hipotez wniosków, w gruncie rzeczy w oderwaniu od jakichkolwiek uwarunkowań filozoficznych. To właśnie teoria Kopernika była pierwszą wielką lekcją współczesnego uprawiania nauki.

Tak to wyglądał ten wywiad. W następnym odcinku - obiecane Perseidy. Zapraszam Was na stronę naszej grupy na Fejsbuku - wystarczy wpisać "AstroPomorze". Na stronie pioro.me możecie odsłuchać czy pobrać wszystkie odcinki tego podcastu oraz zostawić komentarz. Są tam również dostępne transkrypty każdego odcinka. Do usłyszenia!