

JERZY DOBRZYCKI

ASTRONOMICZNA TREŚĆ KOPERNIKOWSKIEGO ODKRYCIA

Czysto astronomiczny sens kopernikowskiego odkrycia zawiera się w stwierdzeniu przez fromborskiego astronoma trzech różnych ruchów Ziemi. Jednym z nich jest obrót dobowy; konsekwencje tego odkrycia są proste, a przeniesienie na bryłę Ziemi ruchu obrotowego, przypisywanego dotychczas całemu otaczającemu ją kosmosowi, nie wpływa w najmniejszym stopniu na opis obserwowanych zjawisk. W kategoriach fizycznych wymagało to oczywiście rozbrojenia klasycznych argumentów, przemawiających za nieruchomością Ziemi, podobnie jak w przypadku pozostałych twierdzeń nowej astronomii. Interesujące jest zaszeregowanie tego elementu w całości nowej teorii: o ile w „Obrotach” (księga I rozdz. 11) ruch dobowy określony jest jako pierwszy, to we wcześniejszym o przeszło 30 lat „Zarysie” („Commentariolus”) był to „drugi ruch Ziemi”. Na pierwszym bowiem miejscu wymienił Kopernik w „Zarysie” roczny obieg naszej planety wokół Słońca. W przeciwieństwie do obrotu dobowego obieg roczny prowadził do istotnych modyfikacji panującej doktryny; on też właśnie stanowił centralny punkt w sporze o prawdziwy opis świata.

„Trzeci ruch Ziemi”, według terminologii samego Kopernika „ruch deklinacji”, spełniać miał różne funkcje. Istotne znaczenie miała przede wszystkim ta składowa „ruchu deklinacji”, która wiązała się z odkryciem precesyjnego ruchu Ziemi. Rezygnując z bliższego opisu precesji, przypomnijmy, że wszelkie pomiary i określenia położenia ciał niebieskich na sferze niebieskiej odnoszone są do układu współrzędnych, który jest jakby projekcją na tę sferę siatki współrzędnych geograficznych — równoleżników i południków. W wyniku precesji oś ziemską zmienia swój kierunek w przestrzeni, opisując przy tym powierzchnię stożkową. Razem

z osią naszej planety zmienia swe położenie siatka współrzędnych geograficznych. Odpowiadająca jej sieć współrzędnych na sferze niebieskiej zmienia więc również swe położenie względem gwiazd.

Taki opis zjawiska, zgodny z rzeczywistością, podał pierwszy właśnie Kopernik. Astronomia geostatyczna, uznając nieruchomość Ziemi, a więc i niezmiennie położenie sieci współrzędnych astronomicznych na sferze niebieskiej, musiała obserwowane na tej sferze zmiany przypisać jej ruchowi względem nieruchomej siatki „równoleżników” i „południków” niebieskich. Geometryczny opis tego ruchu sfery gwiazd, „teoria ruchu ósmej sfery”, stanowił węzłowe — a dodajmy od razu, że zadowalająco nie rozwiązane — zagadnienie astronomii późnego średniowiecza.

Oparta na powyższych odkryciach nowa astronomia Kopernika w swych obserwacyjnych konsekwencjach była równoważna panującemu systemowi geocentrycznemu astronomii ptolemejskiej. Nie istniały bowiem żadne możliwości empirycznego potwierdzenia lub odrzucenia jednego z obu systemów. Potwierdzenie takie było zresztą niemożliwe jeszcze przez całe stulecie po Koperniku. Kategorie, w których zawierała się ówczesna astronomia, nie obejmowały bowiem pojęć związanych ze zjawiskami optycznymi (aberracja), a ograniczona dokładność obserwacji uniemożliwiała (aż do XIX wieku!) stwierdzenie pozornych zmian położenia gwiazd wynikających z rocznego ruchu Ziemi (paralaksa). Pewną historyczną rolę odegrała ubocznie właśnie niedokładność obserwacji. Tak na przykład w szeregu kwestii, m.in. w teorii ruchu ósmej sfery, zaciążyły błędne wyznaczenia Ptolemeusza, przede wszystkim błąd jednego stopnia w określeniu punktu zerowego całego systemu współrzędnych astronomicznych. Przyjęcie danych Ptolemeusza skłoniło Kopernika do skomplikowania teorii precesji przez fikcyjną, jak się okazało, krótkookresową oscylację. Nawiasem mówiąc, jeszcze w astronomii Keplera wskazać można na relikty błędów Ptolemeusza.

Motywy, który skłonił Kopernika do podjęcia odkrywczego trudu, było — przynajmniej w sferze czysto astronomicznych rozważań — odrzucenie doktryny sformułowanej przez Ptolemeusza w „Almageście”, według której uznać trzeba było niejednostajny bieg planet po orbitach kołowych lub z szeregu kół zbudowanych. Odpowiednia konstrukcja

geometryczna (tzw. ekwant) stanowiła faktyczne odstępstwo od naczelnej zasady fizyki, dopuszczającej w obszarze ciał niebieskich jedynie jednostajne ruchy kołowe. Zachowanie tej zasady w astronomii to postulat silnie przez samego Kopernika podkreślany zarówno w „Zarysie”, jak i w szeregu miejsc w „Obrotach”: „odstępstwo od Arystotelesowskiej zasady ruchu jednostajnego i tym podobne sprawy nastreżczyły mi sposobność do zastanowienia się nad ruchliwością Ziemi i nad innymi sposobami, dzięki którym i jednostajność ruchu, i podstawy nauki utrzymałyby się, a przyczyna widomej niejednostajności przedstawiałaby się bardziej konsekwentną” („Obroty”, księga V rozdz. 2). Dla zrealizowania postulatu „czystej” jednostajności ruchu posłużył się Kopernik odpowiednimi środkami geometrycznymi, uzupełniając orbite każdej planety małym epicyklem. Oczywiście, cała ta kwestia nie mogła być kluczem do odkrycia heliocentrycznej budowy naszego układu, a stanowiła jedynie inspirację dla krytycznej rewizji podstaw ówczesnej astronomii. Użyty bowiem przez Kopernika schemat geometryczny orbity, ze wspomnianym już dodatkowym małym epicyklem, daje się przetransponować do postaci geocentrycznej, co umożliwiło kilku autorom w drugiej połowie XVI wieku przedstawienie takiego obrazu świata, w którym Ziemia zachowuje niezmiennie położenie centralne, a wszystkie ciała niebieskie krążą wokół Ziemi z zachowaniem najdrobniejszych nawet szczegółów astronomii matematycznej Kopernika. Transformacja taka miała na celu utrzymanie ugruntowanych w świadomości naukowej poglądów geocentrycznych z równoczesnym wykorzystaniem wartości, jakie w zakresie praktycznej astronomii matematycznej przyniosło dzieło Kopernika. Gubiła ona pewną szczególnie ważną konsekwencję kopernikowskiego odkrycia, dotyczącą kolejności i proporcji orbit planetarnych. Aby rzecz bliżej wyjaśnić, przypomnijmy dwie cechy teorii planet w systemie Ptolemeusza:

1. Ścisły związek położenia planety z równoczesnym położeniem Słońca na sferze niebieskiej. Wyrażał się on geometrycznie w fakcie, że kierunek promienia wiodącego planety na jej epicyklu (będącym odbiciem rocznego ruchu Ziemi) był zawsze równoległy do linii prostej łączącej Ziemię i Słońce.

2. Brak kryteriów dla ustalenia porządku i rozmiarów orbit planet. Sam Ptolemeusz stwierdzał to z całą stanowczością w „Hypotyposes”,

a tradycyjną kolejność planet podawał jedynie w oparciu o argument powszechnej opinii. W istocie orbitę każdej planety można w systemie geocentrycznym przedstawić nadając jej dowolny rozmiar; wystarczy tylko odpowiednio do tego rozmiaru przyjąć większy lub mniejszy promień epicykla. Astronomia planetarna rozpada się więc na zbiór nie powiązanych wzajemnie indywidualnych schematów. Tu właśnie napotykamy ów „dziwolak”, o którym wspomina Kopernik w „Liście dedykacyjnym” do „Obrotów”, przyrównując dawny opis świata do obrazu, którego autor „to stąd to zowąd wziął ręce, nogi, głowę i inne części ciała i namalował je, co prawda, bardzo dobrze, ale tak, że w proporcji do jednego i tego samego ciała nie odpowiadałyby sobie nawzajem”.

Tutaj właśnie „drugi ruch Ziemi” Kopernika przynosi w konsekwencji więcej niż tylko zmianę układu odniesienia. Odkrycie faktu, że ptolemeuszowskie epicykle są odbiciem rzeczywistej orbity Ziemi, określa ich bezwzględne wymiary, a więc pozwala na jednoznaczne ustalenie kolejności i rozmiarów orbit planetarnych. Mógł więc Kopernik napisać w cytowanym „Liście dedykacyjnym”, że „jeżeli ruchy pozostałych planet odniesie się do krążenia Ziemi i ujmie w liczby w stosunku do obiegu każdej oddzielnej planety, to stąd nie tylko dadzą się wywieść ich zjawiska, lecz że nadto porządek i rozmiary, odnoszące się do wszystkich planet i ich sfer, a także samo niebo tak ściśle się z sobą powiążą, że w żadnej jego części niczego przedstawić się nie da bez zamieszania w pozostałych częściach i w całym wszechświecie”.

Podobnie we wstępie do księgi V: „[...] pięciu planet, u których kolejny układ i rozmiary orbit w podziwu godnej harmonii i określonej proporcji wiążą się właśnie z ruchomością Ziemi”.

Sformułowania powyższe są odbiciem programu badawczego Kopernika, programu wykraczającego daleko poza czysto praktyczne „ratowanie zjawisk” i widzącego w astronomii „nauki, które zajmują się cudownymi obrotami we wszechświecie i biegami gwiazd [...] a w końcu wyjaśniają cały układ świata”.

W tym sensie też przedstawieniem rzeczywistej struktury świata jest słynny opis z rozdz. 10 księgi I „Obrotów”. Nie znaczy to jednak, aby w szczegółowej części „Obrotów”, w księgach III-VI, nie można było znaleźć przejawów fenomenologicznego traktowania przedmiotu. Ścisłe bio-

rac, wskazać można w różnych miejscach dzieła na opisy o różnej wartości poznawczej. Chodzi tutaj np. o fragmenty dotyczące mimośrodków orbit Marsa i Wenus. Wzorem astronomów starożytnych Kopernik przyjmował, że orbity planet mają swój środek nie w ciele centralnym układu (Ziemia u Ptolemeusza, Słońce u Kopernika), lecz w pewnej odległości od niego, różnej dla różnych planet. Odkryciem Kopernika, pozostającym zresztą w cieniu wielkiego odkrycia potrójnego ruchu Ziemi, było stwierdzenie, że mimośrodowość orbit planetarnych zmieniają swą wielkość i kierunek w przestrzeni. Zestawiając dane dotyczące mimośrodków Marsa, Ziemi i Wenus, stwierdził Kopernik przy tym, na podstawie obserwacji własnych i starożytnych, że zmiany mimośrodków Marsa i Wenus mają przynajmniej w przybliżeniu wartość odpowiadającą zmianie mimośrodu orbity okołoziemskiej, kierunek zaś przeciwny. Zgodność ta prowadzi Kopernika do wniosku, że w rzeczywistości zmiana powodowana jest przez przemieszczenie orbity ziemskiej, natomiast zarówno sama bryła słoneczna, jak i orbity obu planet pozostały niezmiennie.

Jakkolwiek wniosek ten, odwołujący się do ekonomii przyrody, ma jedynie charakter probabilistyczny, to przecież stanowisko Kopernika jest poznawczo sprecyzowane: wynikiem rozważań jest ustalenie rzeczywistego, a nie tylko prostszego czy prawdopodobnego stanu rzeczy.

Można jednak wskazać na takie elementy astronomii Kopernika, które nawet dla samego autora takiego waloru poznawczego nie mają. A. Osjander w r. 1543, O. Neugebauer w r. 1961 zarzucali Kopernikowi, że zawile w szczegółach schematy geometryczne podaje jako rzeczywiste elementy prawdziwego mechanizmu świata. W związku z tym warto zwrócić uwagę na pewien fragment „Obrotów”, dotyczący Merkurego. Teoria ruchu tej planety była szczególnie skomplikowana zarówno u Ptolemeusza, jak i u Kopernika. Przyczyny tego stanu rzeczy nie są w tej chwili istotne. Teorię ruchu Merkurego opisał Kopernik w rozdz. 25 księgi V „Obrotów”: „[...] aby jej [planety, tj. Merkurego] równomierność nie mniej jak innych poprzednich przez ruchomość Ziemi była uwidoczniiona, wyznaczmy jej także koło ekcentryczne koła ekcentrycznego [...]”. Po rozwinięciu teorii i powiązaniu jej z obserwacjami autor powraca, w rozdz. 32, do omówienia orbity Merkurego

stwierdzając na wstępie rozdziału, że omawiać będzie „inny jeszcze sposób, nie mniej prawdopodobny od poprzedniego”. Oba schematy, z rozdz. 25 i rozdz. 32, podane są bez podjęcia próby rozstrzygnięcia ich stosunku do rzeczywistości. Oba więc musiały również dla Kopernika stanowić jedynie narzędzia „ratowania zjawisk”, a ich prawdziwość niewiele ma wspólnego z prawdą głoszoną w pierwszej księdze, prawdą systemu heliocentrycznego i potrójnego ruchu Ziemi.

Jak każde wielkie odkrycie, tak i doktryna heliocentryczna wymagała oderwania się od szeregu nawyków myślowych i wyciągnięcia wniosków szczegółowych, zadań, które rozwiązywać miały następne pokolenia uczonych. Nic więc dziwnego, że w samych „Obrotach” zachowały się bynajmniej nie sporadyczne relikty astronomii geocentrycznej. Dotyczy to choćby samej terminologii, która w całym szeregu miejsc, utrzymana w tradycyjnej formie, stoi w sprzeczności z treścią wywodów. Poważniejsze znaczenie mają relikty pojęciowe. Tak np. środek orbity Ziemi jest tym centralnym punktem, do którego odnosi Kopernik ruch i położenie wszystkich planet układu słonecznego. Ma to dalsze konsekwencje zaciemniające obraz nowej astronomii. I tak w szóstej księdze, omawiającej wzajemne nachylenie orbit planetarnych, uprzywilejowanie środka orbity Ziemi prowadzi do uzależnienia tych nachyleń od chwilowego położenia Ziemi na jej drodze okołosłonecznej. Warto przypomnieć, że w świadomości odkrywców i te zależności miały wartość argumentu: „Pozostaje, abym [...] pokazał, w jaki sposób również na nie ta sama ruchomość Ziemi rozciąga władzę i w tym względzie także przepisała im prawa”.