

Dwie astronomie Mikołaja Kopernika

W marcu 1543 r. opuściła oficynę Jana Petreiusa książka, która miała zapoczątkować okres nowożytnego rozwoju nauki: Nicolai Copernici Toruniensis *De revolutionibus orbium coelestium libri VI*. Tylko sam autor i nieliczni z grona jego najbliższych przyjaciół mogli stwierdzić, że nie był to oryginalny tytuł nadany sześciu księgom *O obrotach* w rękopisie, przysłanym za pośrednictwem Retyka z odległego Fromborka. Zmiany, jakie wprowadzili norymberscy wydawcy, nie ograniczyły się do samej tylko karty tytułowej. Bezpośrednio po niej czytelnicy napotykali krótką przedmowę: *Ad lectorem de hypothesibus huius operis*, Do czytelnika o założeniach tego dzieła. Głosiła ona, że zawarte w książce hipotezy, aczkolwiek pomysłowe i godne podziwu, nie mają większego związku z rzeczywistością; co więcej — są wręcz absurdalne. Nie jest jednak zadaniem astronomii ustalenie prawdziwego porządku rzeczy; wystarczy, jeśli — jak to czyni autor książki — podać takie założenia, które umożliwią rachubę ruchów ciał niebieskich w przeszłości i przyszłości.

Zupełnie inne akcenty pojawiają się jednak na następnych stronach *Obrotów*, w *Liście dedykacyjnym*, podpisanym przez Kopernika i skierowanym do papieża Pawła III: „...dążeniem uczonego, o ile tylko ludzkiemu rozumowi pozwala na to Bóg, jest szukanie we wszystkim prawdy”; „...te księgi, które napisałem dla udowodnienia ruchu Ziemi”, dzięki czemu „mroki niedorzeczności zostaną rozproszone jasnością oczywistych dowodów”. Jak widać, nie ma tu już mowy o dowolności hipotez: Kopernik daje wyraz najgłębszemu przekonaniu o prawdziwości nowej nauki. Różnica z poglądami wyrażonymi w anonimowej przedmowie wydawcy była zbyt ostra, aby ująć uwagi wnikliwych czytelników, choć nie mogli oni znać dalszych wypowiedzi autora w usuniętej przez wydawców przedmowie Kopernika do księgi I: głosiła ona chwałę astronomii, która „zajmuje się cudownymi obrotami we Wszechświecie i biegami gwiazd, ich rozmiarami i odległościami, ich wschodem i zachodem oraz przyczynami wszystkich innych zjawisk na niebie, a w końcu **wyjaśnia cały układ świata**”. Nic więc dziwnego, że na szeregu zachowanych egzemplarzy norymberskiego wydania *O obrotach* znajdujemy skreślenia i dopiski, zwracające uwagę na zmianę tytułu, w którym, jak wiadomo, wydawcy dodali owo „orbium coelestium”, oraz na autorstwo przedmowy zamieszczonej na początku dzieła. Autorem jej był norymberski teolog protestancki Andrzej Osjander. Związany z naukowymi i wydawniczymi kręgami Norymbergi, Osjander pełnił rolę redaktora książki Kopernika. Jeszcze przed rozpoczęciem druku korespondował z Kopernikiem, sugeru-

jąc hipotetyczne przedstawienie teorii heliocentrycznej, by uniknąć w ten sposób gniewu „filozofów perypatetycznych”. Wiemy o tym z późniejszej relacji Keplera, który miał dostęp do zaginionej już dziś korespondencji. Z tego samego źródła wiemy, że Kopernik odmówił z całą stanowczością zmiany swego stanowiska poznawczego. Później jednak z oddalenia fromborskiej siedziby, złożony przy tym długotrwałą, śmiertelną chorobą, nie mógł zapobiec samowoli wydawców.

Kontrowersja z Osjandrem przypomina, że Kopernik był głęboko przekonany o prawdziwości głoszonej przez siebie astronomii, w której kluczem do szeregu zagadek okazało się odkrycie potrójnego ruchu Ziemi. Mówimy tu o przekonaniu, ponieważ, jak stwierdzić trzeba z całym naciskiem, nie istniały i nie mogły istnieć żadne fakty obserwacyjne, które pozwoliłyby na bezpośrednie stwierdzenie prawdziwości systemu heliocentrycznego lub na jego odrzucenie. W granicach błędu, jakim obarczone były wszelkie obserwacje, czy to w starożytności, czy w średniowieczu, nie można było wskazać żadnego zjawiska, które nie przebiegałoby jednakowo, niezależnie od tego czy Ziemia, czy też Słońce jest „środkiem świata”. Owa zamiennność obu systemów astronomicznych w odniesieniu do obserwacji jest (i była) zupełnie oczywista, gdy chodziło o ruch obrotowy Ziemi. Na długo przed Kopernikiem astronomowie zdawali sobie sprawę z tego, że dobowy cykl zjawisk astronomicznych może równie dobrze wynikać z obrotu Ziemi (z zachodu na wschód), jak i z wirowania całego świata (w kierunku przeciwnym — ze wschodu na zachód). Trzeba było późniejszego rozwoju dynamiki, by móc opisać i zaobserwować efekty, które w klasycznej mechanice wynikają z obrotu bryły ziemskiej (siły Coriolisa, wahadło Foucaulta). Bliższego omówienia wymagają konsekwencje płynące ze stwierdzenia rocznego ruchu Ziemi po zbliżonej do koła orbicie wokół Słońca. Panująca od czasów starożytnych kosmologia głosiła pogląd, że świat ograniczony jest zewnętrzną powłoką kulistą — sferą gwiazd stałych. Na jej wewnętrznej powierzchni rozmieszczone były gwiazdozbiory, a kulistą przestrzeń wewnątrz tej sfery wypełniały kolejne sfery planetarne. Ocena rozmiarów sferycznego świata różniła się tylko nieznacznie w pismach autorów starożytnych i średniowiecznych. Wszyscy oni zgodni byli co do tego, że sfera gwiazd oddalona jest od środka świata (i znajdującej się w nim Ziemi) o około 20 000 promieni ziemskich. Z drugiej strony odległość Słońca od Ziemi oceniali astronomowie starożytni na około 1200 promieni Ziemi. Wartość tę, zresztą dwadzieścia razy mniejszą od rzeczywistej, przyjmował jeszcze Kopernik i inni astronomowie XVI wieku. Jeżeli więc zgodnie z Kopernikiem przyjąć, że Ziemia obiega Słońce mieszczące się w środku świata, to — jak wynika z przytoczonych liczb — zmienia ona swą odległość od poszczególnych gwiazd w granicach od $20\ 000 - 1200 = 18\ 800$ do $20\ 000 + 1200 = 21\ 200$ promieni ziemskich, co powinno odbić się w zmianach jasności i wzajemnej konfiguracji gwiazd stałych. Brak tych zmian był argumentem, wysuwany przeciwko teorii heliocentrycznej przez np. Tycho Brahego. Sam Kopernik problem ten rozstrzygał, stwierdzając, że rzeczywista odległość do gwiazd, a więc promień sfery gwiazd, jest wielokrotnie większa od przyjmowanej dotychczas. Jeszcze w *Zarysie nowej astronomii* (*Commentariolus*), napisanym przeszło 30 lat przed wydaniem *De revolutionibus* stwierdzał, że „odległość Ziemi od Słońca jest niedostrzegalna w porównaniu z odległością firmamentu”. Dodajmy tu od razu, że dopiero w I połowie XIX wieku udało się obserwacyjnie wykazać istnienie „paralakсы rocznej”, zmian obserwowanego położenia gwiazd powodowanych przez roczny ruch Ziemi.

Skoro więc, jak stwierdziliśmy wyżej, Kopernik głosił zasady nowej astronomii z pełnym przeświadczeniem o ich prawdziwości, istotne staje się pytanie, w jaki sposób, przy pomocy jakiego mechanizmu fizycznego, są realizowane we Wszechświecie odkryte przez niego prawa? Prosta i, jakby mogło się wydawać, jednoznaczna odpowiedź znajdujemy w słynnym rozdziale 10. księgi I *O obrotach* (Porządek sfer niebieskich — *De ordine coelestium orbium*): „Pierwszą i najwyższą ze wszystkich jest sfera gwiazd stałych, obejmująca samą siebie oraz cały świat, i dlatego nieruchoma, mianowicie jako takie miejsce stałości, żeby doń można było odnieść ruch i położenie wszystkich pozostałych ciał niebieskich. ... Z kolei pierwsza z planet, Saturn ... Czwarte miejsce w tym szeregu zajmuje sfera o rocznym obiegu, w której

jak powiedzieliśmy, mieści się Ziemia ze sferą Księżyca jakby małym epicyklem. ... A w środku wszystkich ma swą siedzibę Słońce.”

Powyższy opis operuje elementami znanymi dobrze w fizyce arystotelesowskiej. Ruch ciał niebieskich związany jest z ruchem kulistych powłok — sfer, zbudowanych z odrębnej niż ziemiska materii, unoszących w swym ruchu wirowym umieszczoną na obwodzie planetę. Byłoby jednak zbyt prostym uproszczeniem dosłowne traktowanie tego wyjaśnienia. Zarówno w *O obrotach*, jak i we wcześniejszym *Zarysie* Kopernik, nie odbiegając od przyjętego współcześnie zwyczaju, używa terminów: *orbis*, *sphaera*, a nawet *circulus* (koło) zamiennie, niezależnie od ścisłej interpretacji, jaką terminy te wydają się narzucać. Trzeba więc przyjąć, że jego poglądy na prawdziwą budowę świata zawierały się w uznaniu sferyczności świata jako całości oraz jednostajnego ruchu kołowego, ściśle związanego z pojęciami *orbis* lub *sphaera*, jako jedynie występującego w świecie astronomicznym. Rzeczywisty, a nie tylko hipotetyczny, był ruch Ziemi, dzięki któremu odnaleziony został „zadziwiający ład świata i ustalony, zharmonizowany związek między ruchem a wielkością sfer, jakiego w inny sposób odkryć niepodobna”. Czytelnik *De revolutionibus*, zapoznawszy się z podstawami nowej astronomii w księdze I, w dalszych księgach dzieła, zwłaszcza w księdze IV, omawiającej teorię ruchu Księżyca, oraz w księgach V i VI, poświęconych planetom, napotyka cały arsenał pojęć geometrycznych, o których nie było mowy w księdze I. Koła deferentów, epicykli, koła wspólne i mimośrodowe — oto elementy, którymi posługuje się autor dla zbudowania teorii ruchu planet i opartych na niej tablic, od dawien dawna znane dobrze astronomom. Na przykład dla przedstawienia ruchu Ziemi lub, co na jedno wychodzi, pozornego ruchu Słońca — przyjęty został w *De revolutionibus* układ kół, w którym w pewnej odległości od Słońca znajduje się nieduże koło, po którym porusza się dopiero środek właściwego koła orbity Ziemi. Dużo bardziej skomplikowane schematy są potrzebne dla opisu ruchu Księżyca i planet. Wszystkie te schematy, dające się przedstawić na płaszczyźnie, odbiegają wyraźnie od prostego systemu sfer, jaki znamy z księgi I. Jakie więc stanowisko zajmował Kopernik w odniesieniu do tych szczegółowych geometrycznych rozważań? Dla wyjaśnienia tej sprawy istotne znaczenie może mieć pewien fragment księgi V *O obrotach*, dotyczący teorii ruchu Merkurego. Jest ona podana w rozdziale 25 tej księgi przy użyciu pełnego aparatu kół różnych rozmiarów, mających wyjaśniać ruch planety po jej eliptycznej orbicie. Kilka zaledwie stron dalej czytelnik *De revolutionibus* odnajduje (w rozdz. 32) inny schemat geometryczny, prowadzący do takich samych wyników, wymagający jednak innej interpretacji fizycznej. Otóż, według słów samego Kopernika, schemat ten jest „niemniej prawdopodobny od poprzedniego”, „niemniej racjonalny”. Mamy tu wyraźne stwierdzenie, że szczegółowe schematy geometryczne końcowych ksiąg *O obrotach* traktować trzeba inaczej niż zasadnicze tezy księgi I; ich zadaniem jest wykazanie, że przyjmując podstawowe założenia ruchomości Ziemi, można opisać i ująć w tablice ruch wszystkich ciał niebieskich: „w miarę swoich możliwości przedstawiłem, jaki wpływ i skutek wywiera przyjęty obrót Ziemi na widomy ruch długości gwiazd błędnych i do jakiego je wszystkie sprowadza układu, oczywiście stałego i nieruchomego” (przedmowa do księgi szóstej *O obrotach*). W tej „drugiej astronomii” rozwiązania były mniej lub bardziej prawdopodobne i można było oczekiwać, że w razie potrzeby ulegną modyfikacji, że nowe obserwacje pociągną za sobą zmiany w rozmiarach i wzajemnej proporcji poszczególnych kół i kółek w mechanizmie planet. Niezmiennie natomiast pozostaną tezy „pierwszej astronomii”, fundamentalne założenia astronomii heliocentrycznej.

Ten podział, przebiegający poprzez samo dzieło Kopernika, znalazł swoje odbicie w dalszych jego losach dziejowych. Zanim bowiem w świadomości uczonych zwyciężyła teoria heliocentryczna, a więc w drugiej połowie XVI wieku, Kopernik ceniony był jako „współczesny Ptolemeusz” właśnie z powodu niezrównanego poziomu „drugiej astronomii”, jako autor szczegółowej teorii matematycznej ruchu planet. Gdy w czasach Keplera i Galileusza zdezaktualizowały się już szczegóły astronomii matematycznej *De revolutionibus*, ustępując miejsca nowym koncepcjom geometrycznym i fizycznym, tym dobitniej rozumiano znaczenie „pierwszej astronomii” Kopernika, otwierającej księgę nowożytnych dziejów nauki.