

**MIROŚLAW ZABIEROWSKI**

## **HELIOCENTRYZM A ASTRONOMIA STAROŻYTNYCH**

### **NOWA TEORIOPOZNAWCZA INTERPRETACJA TRADYCJI ASTRONOMII**

**1. Krytyka koncepcji instrumentalizmu Poppera i Feyerabenda.** Jerzy Giedymin w artykule z roku 1976<sup>1</sup> krytykuje dwie koncepcje instrumentalizmu zawarte w pracy Karla Poppera<sup>2</sup> i dwóch pracach Paula Feyerabenda<sup>3</sup>. W opinii Giedymina koncepcje obu autorów różnią się tylko tym, że w pierwszej swojej pracy Feyerabend, odmiennie niż Popper, wskazuje na różnicę w traktowaniu tezy o współmierności teorii z punktu widzenia instrumentalisty i realisty. Popper i Feyerabend omawiają przewrót kopernikański i obydwaj decydują się uznać stanowisko Andreeasa Osjandra i Roberta Bellarmina za przykład instrumentalistycznego traktowania hipotez naukowych. Giedymin uważa rozumienie instrumentalizmu przez Poppera i Feyerabenda za skrajne; traktuje ono jednakowo poznawczy charakter wiedzy, jaki wyłania się z pism Osjandra, Bellarmina, George'a Berkeleya, Ernsta Macha, Pierre'a Duhema i Henri Poincarego. Byliby oni więc wszyscy instrumentalistami, co jest często niezgodne i z ich własnymi deklaracjami, jak i różniącymi ich sposobami rewizji esencjalistycznego realizmu, zawartej w ich pracach.

Giedymin krytykuje obie — zarówno Poppera jak i Feyerabenda — wersje instrumentalizmu. Osobno rozprawia się z zaliczeniem Osjandra i Bellarmina do instrumentalistów i następnie — osobno z podobnym ocenianiem konwencjonalistów. Zajmiemy się dokładniej tą pierwszą sprawą i porównamy stanowisko Giedymina i Alana Musgrave'a<sup>4</sup> w kwestii statusu poznawczego astronomii.

Porównując dwie postawy: Giedymina i Musgrave'a, spostrzegamy, że Giedymin przede wszystkim wskazuje na nieadekwatność wersji instrumentalizmu Poppera i Feyerabenda w konfrontacji z historią astronomii, mniej zaś zajmuje się oceną statusu poznawczego astronomii, podczas gdy Musgrave kładzie nacisk na tę drugą kwestię.

**2. Ocena heliocentryzmu przez Osjandra i Bellarmina.** Hipoteza heliocentryzmu zaproponowana przez Mikołaja Kopernika, została oceniona pod względem jej statusu poznawczego przez samego jej autora, w liście do papieża Pawła III, przesłanym za pośrednictwem Osjandra. W liście tym Kopernik wyraźnie wska-

<sup>1</sup> Por.: Giedymin, 1976.

<sup>2</sup> Por.: Popper, 1963.

<sup>3</sup> Por.: Feyerabend, 1979 a; b.

<sup>4</sup> Por.: Musgrave, 1991.

zywał na jej związek z tradycyjnym rozumieniem przez starożytnych zadań astronomii matematycznej. Nie przypadkiem napisane po grecku motto do norymberskiego wydania dzieła Kopernika, było ostrzeżeniem dla tych, którzy astronomycznym wywodom w nim zawartym przypisywaliby treści niezgodne z matematycznym charakterem dzieła. Motto to brzmi: „Niech nie mają wstępu nie znający geometrii”.

W liście do papieża Pawła III Kopernik w sposób dosadny użył słowa „bredzić”<sup>5</sup> w stosunku do tych, którzy — nie bacząc na matematyczny charakter jego dzieła — będą się zastanawiać nad jego fizycznym sensem i porównywać je z cytatami wyrwanymi z *Pisma Świętego*. Kopernik wyraźnie pragnął uprzedzić dogmatycznie realistyczną recepcję heliocentryzmu i wskazać na umowny, konwencjonalistyczny charakter swego dzieła. Chodziło mu o podkreślenie nowego, formalnego obrazu prawidłowości ruchu planet, nie zaś obrazu układu planet<sup>6</sup>. Tym bardziej nie można mu przypisać tendencji instrumentalistycznych, bowiem Kopernik zdawał sobie sprawę z tego, że jego hipoteza pomaga w wyjaśnieniu pewnych faktów, które w koncepcji geocentrycznej są anomaliami; jednocześnie był świadom tego, że w celu ułożenia nowych tablic astronomicznych (zwanymi efemerydami), potrzebna jest nowa teoria zjawisk astronomicznych, i że choć teoria Ptolomeusza jest niewystarczająca, to i jego własna propozycja jest w tym względzie daleka od doskonałości<sup>7</sup>.

Osjander w anonimowej przedmowie do *De revolutionibus* wskazał na empiryczne pochodzenie wiedzy astronomicznej, która jest budowana na podstawie obserwacji i w celu zarówno wyjaśnienia przeszłych obserwacji, jak i przewidzenia przyszłych. Wyjaśnienie w tym przypadku oznacza wyliczenie (obliczenie) określonych pozycji planet w tym samym aparacie matematycznym, w którym dokonuje się przewidywań. Wyjaśnienie nie jest więc odniesione do podania przyczyn obserwowanych zjawisk — modelu kauzalnego, według Teresy Grabińskiej<sup>8</sup>, lecz rzeczywistość sugeruje instrumentalistyczne traktowanie wszelkich hipotez o naturze ciał niebieskich. Gdy więc komentatorzy porównują „ideologię” przedmowy Osjandra z przekonaniem epistemologicznym Kopernika, odnajdują w tym miejscu wyraźny dysonans między poglądami autora dzieła i autora wstępu<sup>9</sup>.

<sup>5</sup> Por.: Witkowski, 1955.

<sup>6</sup> Józef Witkowski, 1955, sugeruje, że tytuł dzieła Kopernika został zmieniony przez Osjandra i że w zamiśle autora brzmiał: *O obrotach*. Druga część tytułu: *sfer niebieskich*, miałaby być dodana. Ma o tym świadczyć — według Witkowskiego — skreślenie drugiej części tytułu przez Bonnera, przyjaciela Kopernika, widoczne w jego własnym egzemplarzu dzieła Kopernika. Kopernikanista wrocławski Antoni Lenkiewicz zwracał historykom uwagę na to, że wiarygodność historycznego przekazu o losach egzemplarza Bonnera wymaga dalszych badań. Sądzymy też, że możliwa jest inna interpretacja skreślenia w tytule niż ta, którą podaje Witkowski, wskazując na dobrze znane Bonnerowi intencje Kopernika. Powód skreślenia może być inny. Owen Gingerich, 1981; 1982, jest skłonny przypisywać skreślenia w wydaniach *De revolutionibus*, wykluczające realistyczne traktowanie dzieła Kopernika, wypełnianiu zaleceń Św. Oficjum, jak i doktryny protestanckiej. Sądzymy również, że zrozumienie statusu poznawczego hipotezy heliocentryzmu w świetle tradycji starożytnej astronomii matematycznej, znacznie głębiej przekonuje o ostrożności Kopernika w realistycznym traktowaniu hipotez.

<sup>7</sup> Por.: Retyk, *Narratio prima*. W: Rosen, 1959.

<sup>8</sup> Por.: Grabińska, 1993.

<sup>9</sup> Por. też list Osjandra do Kopernika. W: Rosen, 1959.

Bellarmino<sup>10</sup> także podkreślał hipotetyczny charakter modeli matematycznych zjawisk astronomicznych. „Matematyczność” modelu oznaczała u niego — podobnie jak u Osjandra i w zgodzie z tradycją starożytnych — obliczalność, ilościową wykładnię wiedzy. Jako dostojnik Kościoła, kardynał Bellarmino jednoznacznie upatrywał źródeł wiedzy o ciałach niebieskich w *Pismie Św.*; próbował ją jednak uzgodnić z realną demonstracją hipotezy heliocentryzmu. Wyjście, które znalazł, prowadziło do tego, że to nie tyle hipoteza czy jej demonstracja są fałszywe, lecz zrozumienie *Biblii* jest niepełne, lub niewłaściwe jest zrozumienie związku demonstracji z jej treścią: demonstracja heliocentryzmu nie musi być sfalsyfikowaniem przekazu biblijnego, bowiem polega ona na „zachowaniu” pewnych zjawisk (w sensie wyjaśniania ilościowego), natomiast nie jest demonstracją rzeczywistego porządku ruchów i wzajemnych położeń Ziemi i Słońca.

**3. Stanowisko Osjandra i Bellarmina wobec statusu poznawczego hipotezy heliocentrycznej.** Giedymin słusznie stwierdza, że nawet jeśli przypisać Osjandrowi i Bellarminie instrumentalistyczne traktowanie hipotez, to ten ich epistemologiczny pogląd miał zupełnie inne źródła niż współczesne prądy instrumentalizmu. Antyrealistyczne traktowanie hipotezy heliocentrycznej nie wynikałoby więc z przekonania, że cała lub określona część wiedzy ma taki charakter, lecz, po pierwsze — ze szczególnego statusu astronomii, poczynając od czasów zamierchłej starożytności; po drugie — z arystotelesowskiej klasyfikacji dziedzin poznania<sup>11</sup>

Wiedza astronomiczna, czyli wiedza o niebie, miała w starożytności dwa niezależne nurty. Są one obecne w rozważaniach Arystotelesa<sup>12</sup>, gdzie „niebo” oznacza zarazem nadprzyrodzoną<sup>13</sup> część świata, znajdującą się poza eteryczną sferą górną, i część świata w sąsiedztwie Ziemi (w zależności od ruchomego ciała niebieskiego — planety, z którym jest związane, podzielone jest na kolejne sfery niebieskie).

W filozofii średniowiecznej temu rozwarstwieniu substancji świata odpowiadały różne rodzaje wiedzy: o zjawiskach nadprzyrodzonych lub bytach idealnych, czyli teologia i filozofia w duchu platońskim, i o zjawiskach przyrodzonych, zmysłowo postrzeganych, wiedzy o gatunkach, ruchu, zmienności, czyli fizyka Arystotelesa.

Fizyka Arystotelesa była wiedzą przede wszystkim jakościową. Tymczasem astronomia — mimo że dotyczyła przedmiotu fizyki — była rozwiniętą dyscypliną wiedzy ilościowej<sup>14</sup>. Dlatego w obrębie samej astronomii można było mówić o następnym podziale na: astronomię fizyczną oraz matematyczną (lub praktyczną). Czym innym więc była wiedza o naturze najniższych sfer nieba, tzn. o przyczynach ruchu, siłach, substancji, zasadach ruchu, a czym innym metody obliczeniowe do wyznaczenia pozycji ciał niebieskich. W tej perspektywie ocena hipotezy heliocentrycznej przez Osjandra, czy Bellarmina jako sądu, który nie jest ani prawdziwy, ani fałszywy, lecz służy jako podstawa określonej metody obliczeniowej (narzędzia), nie nosi tych

<sup>10</sup> Por. list Bellarmina do Foscariniego. W: Rosen, 1959.

<sup>11</sup> Por. rozważania Grabińskiej nad fizyką i metafizyką w kosmologii Arystotelesa. W: Grabińska, 1995.

<sup>12</sup> Por.: Arystoteles, 1980.

<sup>13</sup> Terminu „nadprzyrodzony” używamy tutaj w ograniczonym sensie. Oznacza on te rodzaje bytu, które mają naturę duchową i nie są przedmiotem fizyki (także w sensie arystotelesowskim).

<sup>14</sup> Por.: Gingerich, 1981; 1982, a także: Ravetz, 1965; Siemianowski, 1989; Witkowski, 1955.

znamion instrumentalizmu, który bujnie rozkwitł w naszym wieku, w innej tradycji poznania.

Spuścizna średniowiecza bynajmniej nie odmawiała waloru realności wiedzy o świecie przyrodzonym, lecz wiązała sens realności z objawieniem *Pisma Świętego*: ustalała dogmatyczne kryterium prawdy<sup>15</sup>. Hipoteza heliocentryczna miała o tyle interpretację instrumentalistyczną, o ile nie wiązała się z wiedzą zawartą w *Biblii*. Nie była więc w tym zakresie heretycka. Dopiero próba zmiany kryterium prawdy w kierunku „demonstracji” (praktycznej) prawdziwości hipotezy prowadziło do herezji i rewolucji światopoglądowej<sup>16</sup>.

**4. Poglądy Musgrave’a na status poznawczy teorii i hipotez astronomicznych.** Musgrave<sup>17</sup> rozważa wersję instrumentalizmu podaną w pierwszej pracy Feyerabenda<sup>18</sup>, która jest także przedmiotem dyskusji Giedymina. Musgrave, podobnie jak Giedymin, krytykuje wersję instrumentalizmu Feyerabenda i zarzuca jej graniczną „globalność”, która odmawia teoriom funkcji opisowych i traktuje je wyłącznie jako narzędzie do przewidywania i porządkowania faktów empirycznych. Musgrave proponuje rozróżnić „globalny” i „lokalny” instrumentalizm. „Lokalność” oznaczałaby dopuszczenie instrumentalnego charakteru zaledwie niektórych fragmentów wiedzy naukowej. Jednocześnie Musgrave opowiada się za wyróżnieniem realizmu dogmatycznego i realizmu krytycznego”.

Musgrave obszernie przedstawia problem oceny przez Duhema astronomii starożytnych i jego konkluzję o jej priorytetowym instrumentalistycznym charakterze w porównaniu z fizyką Arystotelesa. Sprawę tę porusza także Giedymin<sup>20</sup>, lecz w dużo skromniejszym wymiarze. Musgrave krytykuje stanowisko Duhema i przedstawia własną (nieinstrumentalistyczną) interpretację astronomii Platona, Eudoksosa, Apoloniusza, Hipparcha i Ptolomeusza. Najpierw Musgrave krytykuje tezę Duhema o tym, że zaproponowanie przez Platona regularnych kołowych trajektorii ruchu planet miało charakter instrumentalny. Modelowy geometryczny sens trajektorii miał być — zgodnie z Duhemem — świadectwem instrumentalistycznego odtwarzania zjawisk w sensie porządkowania faktów.

Musgrave wysuwa kilka argumentów przeciwko twierdzeniom Duhema. Pierwszy z nich mówi o tym, że Platon, aby instrumentalistycznie traktować ruch sfer niższych, musiałby porzucić grecką tradycję uprawiania astronomii, w której — w przeciwieństwie do tradycji babilońskiej — ważniejsze były jakościowe wyjaśnienia niż ilościowe przewidywania. Kołowy ruch planet był przez Platona — w

<sup>15</sup> Nie oznacza to, że spuścizna chrześcijańskiej filozofii średniowiecza zawierała wyłącznie dogmatyczne kryterium prawdy. Wystąpiły także propozycje demonstrowania prawdy: były one żywe w filozofii chrześcijańskiej, jak np. świadczą o tym rozważania Bellarmina, przytoczone w punkcie 2 niniejszej pracy. Nie wyrażały one jednak jasnego kryterium prawdziwości.

<sup>16</sup> Por. nowe podejście do sprawy Galileusza, przedstawione w: Zabierowski, 1993. a do statusu astronomii w: Zabierowski, 1994.

Por.: Musgrave, 1991.

<sup>18</sup> Por.: Feyerabend, 1979 a.

<sup>19</sup> Por. odpowiednie wersje instrumentalizmu umiarkowanego i realizmu krytycznego w: Grabińska, 1992; 1993; 1994.

<sup>20</sup> Por.: Duhem, 1969.

opinii Musgrave'a, którą potwierdzamy w tej rekonstrukcji — traktowany realistycznie, podobnie jak realistycznie traktowany był kołowy ruch (dobowy) sfery gwiazd stałych. Gdy mówimy o modelowaniu przez Platona niższych sfer niebieskich, to możemy mówić co najwyżej o modelowaniu przez analogię, ale analogię jakościową i uwzględniającą metafizyczną zasadę powinowactwa substancjalnego i kinematycznego sfer świata<sup>21</sup>. Musgrave przytacza też następujący argument Poppera na rzecz realistyczności obrotu sfer: zaczepienie ciał niebieskich na sferach obracających się bez tarcia (swobodnie), wyjaśnia regularność i wieczność (w sensie niewyczerpywalności) ruchu ciał. Ponadto Musgrave twierdzi, że na realistyczność astronomii Platona wyraźnie wskazuje jego własny wkład (kierowany osiągnięciami pitagorejskimi) do modelu systemu geocentrycznego. Platon wprowadził kąt nachylenia płaszczyzn kardynalnych siedmiu planet do płaszczyzny kardynalnej sfery gwiazdnej, aby wyjaśnić zjawisko pór roku.

Pozostaje problem pogodzenia Platona empirysty, opisującego i wyjaśniającego zjawiska, z Platonem idealistą uznającym byty niematerialne. Musgrave rozwiązuje go w taki oto sposób: ponieważ realne ruchy planet nie odbywały się po kołach (zawsze były to jakieś spirale), to teza o kołowości sfer niebieskich nie odnosiła się do planet (do zagadnienia kinematycznego planet), lecz do idealnych niewidocznych sfer niebieskich<sup>22</sup>, a te na pewno miały status realności na mocy ontologii Platona.

Eudoksos poprawił w istotny sposób system astronomiczny Platona. Modyfikacje najczęściej sprowadzały się do dodawania sfer, aby wyjaśnić obserwowane anomalie ruchu planet. Ten stan rzeczy nasunął Duhemowi instrumentalistyczną interpretację astronomii Eudoksosa i Kalliposa jako wiedzy matematycznej i modelowej, której elementy takie jak sfery, były po prostu fikcjami geometrycznymi. W sytuacji braku oryginalnych pism, a także wobec faktycznego rozbudowania systemu sfer przez Eudoksosa i Kalliposa, Musgrave ma trudniejsze zadanie obronienia realistyczności astronomii następców Platona. Za Wrightem<sup>23</sup> posługuje się argumentem, że tak rozbudowany system był nadzwyczajnie skomplikowany i w dalszym ciągu mało dokładny w sensie zgodności z obserwacjami. Nie dostarczał więc dobrego instrumentu przewidywania i porządkowania faktów. Doskonalenie funkcji instrumentalnych nie było więc jego celem.

Chociaż wyznajemy pogląd Musgrave'a, argument ten wydaje się nam słaby. Uznanie go wymaga wyraźnego uzupełnienia tezy instrumentalizmu o warunek dużej użyteczności lub wygody narzędzia teoretycznego w realizacji celów instrumentalnych. Ten zaś warunek nie pozwala odróżnić stanowiska konwencjonalistycznego od instrumentalistycznego. Według nas lepszym, choć nie rozstrzygającym argumentem jest ten, który wskazuje na nadrzędność tezy metafizycznej o ruchu jako takim i o inercjalności ruchu sfer wobec szczegółowego zagadnienia ruchu planet oraz na realistyczność wiedzy o sferach w odniesieniu do tej metafizyki.

<sup>21</sup> Por.: Giedymin, 1976.

<sup>22</sup> Pamiętajmy, że w oryginalnej greckiej astronomii ciała niebieskie nie krążyły, lecz były doczepione do obracających się sfer, a więc w zasadzie nie można było mówić poważnie o trajektorjach i zagadnieniu kinematycznym.

<sup>23</sup> Por.: Wright, 1973/1974.

Arystoteles jako twórca poprawionego systemu geocentrycznego, nie jest w zasadzie przez nikogo z historyków i filozofów nauki traktowany jako instrumentalista. System Eudoksosa poprawił w ten sposób, że inercjalne dotychczas sfery uczynił „oddziaływującymi”. W ten sposób system zyskał na realistyczności, przy jednoczesnym braku postępu w wyjaśnianiu obserwacji. Realistyczność więc oznaczała, podobnie — naszym zdaniem—jak u innych greckich uczonych, nie tyle zgodność z empirią, ile zgodność z jakościową fizyką lub (ku czemu się bardziej przychyłamy) — z metafizyką, z zasadami systemu planetarnego, które musiały być zgodne z całą arystotelesowską kosmologią. W rekonstrukcji Musgrave’a zasady te są następujące: 1° skończoność świata; 2° geocentryzm; 3° sferyczność Ziemi i ciał sfery najbliższej Ziemi; 4° koncentryczność sfer; 5° jednostajność ruchu sfer; 6° wypełnienie świata substancją. Wyraźne niezgodności w obserwacjach zmiennej jasności planet, które sugerowały ich zmienną odległość od Ziemi, nie mogły zachwiać systemem astronomicznym Arystotelesa wobec dominującej metafizyki.

Dzieło Ptolemeusza wydaje się natomiast niezwykle wdzięcznym obiektem do odtwarzania instrumentalistycznego charakteru wiedzy astronomicznej. Sam Ptolemeusz dał po temu pierwszorzędne powody w *Almageście*, gdzie w celu uniknięcia braków koordynacji systemu Arystotelesowskiego z obserwacją, wprowadził dodatkowe, jakby fikcyjne „ruchy własne” planet po epicyklach i deferensach, oraz dodatkowy (nie związany z żadnym ciałem niebieskim) umowny punkt odniesienia, dla jednostajnego ruchu względnego deferensów — ekwant. Naruszył w ten sposób zasadę koncentryzmu i zmodyfikował zasadę jednostajności i wypełnienia substancją. Gdyby jednak uważało się Ptolemeusza za instrumentalistę, to jego stosunek do zasad kosmologii Arystotelesa nie miałby znaczenia. Rzecz jednak w tym, że Ptolemeusz w swym drugim dziele pt. *Założenia o planetach* uzupełnił „praktyczny” wykład astronomii z *Almagestu* precyzyjnymi wywodami, które miały na celu uzgodnienie własnej wersji geocentryzmu z fizyką i metafizyką Arystotelesa. Nawet Duhem, który zdecydowanie kwalifikował Ptolemeusza jako instrumentalistę, wyrażał wobec treści drugiego dzieła zdziwienie rozdwojeniem epistemologicznej jaźni aleksandryjskiego astronoma.

Musgrave w przekonujący sposób dowodzi realistyczności modelu i teorii Ptolemeusza. Wskazuje trafnie na zastąpienie przez Ptolemeusza postulatu o koncentryzmie — postulatem o prostocie aparatury teoretycznej, który nie jest wyrazem — jak się często sądzi — instrumentalistycznego charakteru wiedzy o planetach, lecz zgodności ze zmienioną nieco metafizyką Arystotelesa. Nie będziemy tu powtarzać wyводу Musgrave’a, bowiem warto jest jego pracę przeczytać w oryginale i przemyśleć.

**5. Opinia Giedymina o statusie poznawczym astronomii starożytnych.** W pracy z 1976 roku Giedymin niezbyt wiele miejsca poświęca astronomii starożytnych. Problem instrumentalizmu tej dziedziny wiedzy jest jednak tak szeroko dyskutowany, że i Giedymin w artykule o instrumentalizmie musi się do niego ustosunkować. W punkcie poświęconym konkluzjom pracy, jest on skłonny przyjąć dwoistość astronomii, pod względem statusu poznawczego, równoległe do jej podziału na astronomię matematyczną i fizyczną. W sumie więc byłby bliższy poglą-

dom Duhema niż Musgrave'a. Trzeba jednak pamiętać, że Giedymin w tym przypadku raczej powtarza tezę niż sam do nich dochodzi na podstawie badań źródłowych.

Podobne stanowisko jak Duhem, reprezentuje Giedymin wobec statusu poznawczego systemu teoretycznego Ptolemeusza. Określa go on jako instrumentalistę w matematycznej astronomii i realistę — w fizycznej.

Na koniec pragniemy stwierdzić, że trudno nam zrozumieć oczywistość, z jaką wybitni filozofowie nauki przyjmują (jak np. Duhem czy Giedymin) tezę o „schizofenii” poznawczej greckich astronomów. Nie ośmielamy się kwestionować pewnej niezależności rozwoju obu dziedzin — matematycznej i fizycznej, ani odmienności celów im przyświecających. Popieramy jednak wysiłki Musgrave'a idące w tym kierunku, aby zrozumieć i odtworzyć relację między dwiema 'astronomiami' i prowadzące do ustalenia istoty relacji wiedzy filozoficznej, matematycznej i fizycznej nie tylko w odniesieniu do astronomii starożytnych.

### Bibliografia:

- Arystoteles, 1980. *O niebie*. Warszawa.
- Duhem, P., 1969. *To save the phenomena: an essay on the idea of physical theory from Plato to Galileo*. Chicago-London.
- Feyerabend, P., 1979 a, *Realizm i instrumentalizm. Uwagi o logice potwierdzenia przez fakty*. W: P. Feyerabend: *Jak być dobrym empirystą*. Warszawa, 152-193.
- Feyerabend, P., 1979 b, *Ku pocieszeniu specjalisty*. W: P. Feyerabend: *Jak być dobrym empirystą*. Warszawa, 200-250.
- Giedymin, J., 1976, *Instrumentalism and Its Critique: a Reappraisal*. W: *Essays in Memory of Imre Lakatos*, red. R. S. Cohen. Dordrecht, 179-207.
- Gingerich, O., 1981, *The Censorship of Copernicus 'De revolutionibus'*. *Annali dell'Institute Museo di Storia della Scienze di Firenze* 4, 45-61.
- Ginerich,., 1982, *The Galileo Affair*. „Scientific American”, Aug., 118-127.
- Grafińska, T., 1992, *Realizm i instrumentalizm w fizyce współczesnej*. Wrocław.
- Grafińska, T., 1993, *Teoria, model, rzeczywistość*. Wrocław.
- Grafińska, T., 1994, *Poznanie i modelowanie*. Wrocław.
- Grafińska, T., 1995, *Czy zasada kosmologiczna jest naukowa?* W: *Nauka — tożsamość i tradycja*, red. J. Goćkowski i S. Marmuszewski. Kraków. 191-203.
- Musgrave, A., 1991, *The Myth of Astronomical Instrumentalism*. W: *Beyond Reason*, red. G. Munévar, Dordrecht, 243-280.
- Popper, K. R., 1963, *Conjectures and Refutations*. London.
- Ravetz, I. R., *Astronomia i kosmologia w dziele Kopernika*. Wrocław.
- Rosen, E., 1959, *Three Copernican Treatises*. New York.
- Siemianowski, A., 1989, *Zasady konwencjonalistycznej filozofii nauki*. Warszawa.
- Witkowski, J., 1955, *Reforma Kopernika*. W: *Sesja Kopernikańska*. Red. J. Witkowski. Warszawa.
- Wright, L., 1973/74, *The Astronomy of Eudoxus. Geometry or Physics?* „Studies in History and Philosophy of Science” 4, 165-172.
- Zabierowski, M., 1993, *Wszystki świat i człowiek*. Wrocław.
- Zabierowski, M., 1994, *Wszystki świat i wiedza*. Wrocław.

