

# Rybka, Eugeniusz

---

## Ruch planet w astronomii ludów islamu

---

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 16/1, 11-25

---

1971

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



## RUCH PLANET W ASTRONOMII NARODÓW ISLAMU

### 1. WSTĘP

Zagadnienie ruchu planet w astronomii narodów islamu nie doczekało się jeszcze syntetycznego opracowania, choć dokładne poznanie wkładu astronomów tych narodów w dziedzinie zarówno obserwacji planet, jak i teorii ich ruchów ma bardzo doniosłe znaczenie dla zrozumienia dróg rozwojowych astronomii w Europie od XV w. Wiadomo przecieź, że znany podręcznik z XV w. *Theoricæ Novæ Planetarum* J. Peurbacha, był całkowicie oparty na dorobku astronomii narodów islamu, zasadnicza bowiem treść jego była zapożyczona od Ibn al-Haitam'a (Alhazen)<sup>1</sup>. *Theoricæ Novæ Planetarum* były przedmiotem licznych komentarzy, z których bardzo rozpowszechniony był komentarz napisany przez Wojciecha z Brudzewa, profesora Uniwersytetu Krakowskiego z końca XV w. Komentarz ten był parokrotnie wykładany w czasie, gdy Mikołaj Kopernik studiował w Uniwersytecie Krakowskim<sup>2</sup> i z niego uzyskiwał pierwsze wiadomości o modelu budowy świata. Tak więc we wstępnym okresie studiów Mikołaja Kopernika oddziaływały na niego osiągnięcia arabskie w dziedzinie ruchu planet, w szczególności koncepcje Alhazena.

Astronomii narodów islamu w dziełach traktujących o historii astronomii poświęca się stosunkowo mało uwagi. Np. w książce Pannekoeka *A History of Astronomy*<sup>3</sup> o arabskiej astronomii pisze się zaledwie na 7 stronicach, a tylko niewielką część tego rozdziału zajmuje problem ruchu planet. Nieco obszerniej pisze o tych zagadnieniach L. E. Dreyer w książce *History of the Planetary Systems from Thales to Kepler* (1906), przedrukowanej w 1953 r. pod tytułem *A History of Astronomy from Thales to Kepler*. W obu tych książkach przeważa opinia, że rola astronomów narodów islamu ograniczyła się do przekazu tego, co było zawarte w *Almageście*, bez istotnego własnego wkładu. Sąd taki nie jest w pełni uzasadniony, a przyczyny tego należy chyba szukać w niedostatecznym jeszcze opracowaniu źródeł do historii astronomii narodów islamu.

Zadaniem niniejszego artykułu byłaby próba dokonania pewnej syntezy w aspekcie projektowanej generalnej historii astronomii, zaakceptowanej przez Międzynarodową Unię Astronomiczną. Omówione będą tu tylko zagadnienia związane z ruchem 5 planet: Merkurego, Wenerę, Marsa, Jowisza i Saturna, z pozostawieniem poza zakresem rozważań problemów związanych z ruchem Słońca i Księżyca. Celem więc artykułu będzie ogólne podsumowanie dorobku astronomów narodów islamu w rozwiązywaniu zagadnień związanych z ruchem planet, z podkreśleniem

<sup>1</sup> W. Hartner: *Oriens-Occidens*. Hildesheim 1968 s. 484—488.

<sup>2</sup> L. A. Birkenmajer: *Stromata Copernicana*. Kraków 1924 s. 71—78.

<sup>3</sup> A. Pannekoek, *A History of Astronomy*. London 1961.

problematyki, która wymagałaby dalszych badań, przede wszystkim zaś krytycznego opracowania dorobku obserwacyjnego astronomów narodów islamu w dziedzinie wyznaczania położenia planet. Za ważną potrzebę należy uważać opracowanie znanych nam tablic astronomicznych, zawierających wyniki obserwacji astronomicznych, zaledwie bowiem niewielka ich część doczekała się krytycznego opracowania.

Nie mam możliwości przytoczenia w krótkim artykule pełnego wykazu literatury naukowej odnoszącej się do ruchu planet w astronomii narodów islamu, czy też do tablic astronomicznych. Wspomnę tylko o niektórych publikacjach z ostatniego 10-ciolecia. Tak więc E. S. Kennedy i V. Roberts<sup>4</sup>, F. Abbud<sup>5</sup>, a niedawno znów E. S. Kennedy<sup>6</sup> oraz V. Roberts<sup>7</sup> ogłosili prace dotyczące teorii ruchu planet astronoma z Damaszku Ibn al-Szatora. W. Hartner ogłosił pracę *Medieval Views on Cosmic Dimensions and Ptolemy's Kitab al-Manshūrat*<sup>8</sup>. Ukazało się w języku rosyjskim nowe wydanie dzieła uzbeckiego historyka astronomii T. N. Kary-Nijazowa *Szkoła astronomiczna Ulug-Bega*<sup>9</sup>, gdzie zostały podane informacje o ruchach planet w ujęciu tego astronoma XV w. Z wydanych ostatnio prac odnoszących się do tablic, chciałbym wymienić pracę J. J. Burckhardta o średnich ruchach planet w tablicach al-Hwarizmi<sup>10</sup> oraz wydanie tych tablic w 1962 r. przez O. Neugebauera<sup>11</sup>. Wykaz ten ma charakter przykładowy i nie pretenduje do pełności.

## 2. DZIEDZICTWO STAROŻYTNOŚCI

Dokonując próby syntezy wkładu astronomów islamu do teorii ruchów planet należy krótko zatrzymać się nad dziedzictwem starożytności, z którego astronomowie piszący po arabsku korzystali. Główną bazą dociekań astronomów narodów islamu było *Mathematike Syntaxis* Ptolemeusza, jak również dzieło tego uczonego aleksandryjskiego, napisane kilka lat po opracowaniu *Mathematike Syntaxis — Hipotezy planet*, którego niepełny tekst grecki został poznany przez uczonych europejskich w XVII w.<sup>12</sup> Treść zaś *Hipotez* zawiera *Kitab al-Manshurat* zgodnie z wynikami badań W. Hartnera<sup>13</sup>. Poza tym astronomowie narodów islamu korzystali z prac komentatorów Ptolemeusza, jak Theon z Aleksandrii (IV w.), Proklos (V w.) i in. Ptolemeusz w *Almageście* dążył nie tyle do wyjaśnienia rzeczywistego przebiegu ruchu planet<sup>14</sup>, ile do utworzenia modelu, który mógłby opisać zaobserwowane ruchy, czyli jak

<sup>4</sup> E. S. Kennedy, V. Roberts: *The Planetary Theory of Ibn al-Shātir*. „Isis” Vol. 50: 1959 s. 227—235.

<sup>5</sup> F. Abbud: *The Planetary Theory of Ibn al-Shatir: Reduction of the Geometric Models to Numerical Tables*. „Isis” Vol. 53: 1962 s. 492—499.

<sup>6</sup> E. S. Kennedy: *Late Medieval Planetary Theory*. „Isis” Vol. 57: 1966 s. 365—378.

<sup>7</sup> V. Roberts: *The Planetary Theory of Ibn al-Shātir: Latitudes of Planets*. „Isis” Vol. 57: 1966 s. 208—219.

<sup>8</sup> W. Hartner, jw. s. 319—348.

<sup>9</sup> T. N. Kary-Nijazov: *Astronomiczeskaja szkoła Ulugbeka*. Taszkient 1967.

<sup>10</sup> J. J. Burckhardt: *Die mittleren Bewegungen der Planeten in Tafelwerke des Kwarizmi*. „Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich” Bd 106 H. 2: 1961 s. 213—231.

<sup>11</sup> O. Neugebauer: *The Astronomical Tables of Al-Khwarizmi*. „Historisk Filosofiske Skrifter Danske Vid. Selskabs” Bd 4: 1962.

<sup>12</sup> P. Duhem: *Le système du monde*. Vol. 2. Paris 1914, s. 87.

<sup>13</sup> W. Hartner, jw. s. 319—348.

<sup>14</sup> O. Neugebauer: *The Exact Science in Antiquity*. Providence 1957 s. 135.

to mówiono w średniowieczu „uratować zjawisko”<sup>15</sup>. Natomiast w *Hipotezach planet* występuje już poszukiwanie modelu fizycznego w postaci stałych sfer, który by wyjaśnił zarówno ruchy jak i odległości planet. Znalazło to wyraz w drugiej księdze *Hipotez*, z której znamy tylko wersję arabską, gdzie sformułowania zakładają istnienie sfer niebieskich, mających ruch wzajemnie z sobą powiązany. W dziele *Kitab al-Manshurat*, zawierającym według Hartnera<sup>16</sup> treść drugiej księgi *Hipotez* Ptolemeusza, koła będące w *Almageście* koncepcjami czysto geometrycznymi zastąpiono przez sfery stałe, między którymi nie ma miejsc pustych. Sfery te będąc we wzajemnym kontakcie sprawiają bowiem, że zewnętrzna granica jakiegokolwiek sfery jest jednocześnie wewnętrzną granicą położonej bezpośrednio nad nią sfery. Takie podejście do fizycznego modelu świata jest charakterystyczne dla astronomii narodów islamu i tego rodzaju koncepcja przeszła do astronomów europejskich epoki odrodzenia, w szczególności do *Theoricæ Novæ Planetarum* Peuerbacha.

### 3. OGÓLNE TŁO POWSTAWANIA ASTRONOMII U NARODÓW ISLAMU I JEJ ROZWÓJ

Krótko pragnę scharakteryzować okoliczności, które sprzyjały rozwojowi nauki, a w szczególności astronomii u narodów islamu. Należy tu wszakże na wstępie zaznaczyć, że choć ukazują się wiele prac dotyczących astronomii narodów islamu w średniowieczu, nazywanej niesłusznie astronomią arabską, wydaje się jednak, że syntetyczne ujęcie tego okresu dziejów astronomii jest trudne z powodu niedostatecznie krytycznego opracowania licznych rękopisów, przede wszystkim tablic astronomicznych, tzw. *zij*. Nie będąc historykiem nie mogę się silić na odmalowanie tła historycznego rozwoju nauki w krajach opanowanych w średniowieczu przez islam, pragnę tylko zwrócić uwagę na powszechnie znane okoliczności, które szczególnie sprzyjały rozwojowi nauki w tych krajach i sprawiły, że w tym wielonarodowościowym zespole państw związanych wspólną ideologią filozoficzno-religijną, powstał specyficzny typ nauki. Pierwszą taką okolicznością sprzyjającą rozwojowi nauki był podbój przez wyznawców nowej religii olbrzymich obszarów o wysokiej cywilizacji od Pendżabu i Turkiestanu Chińskiego aż do Półwyspu Iberyjskiego. Już w VIII w. zanikła uprzywilejowana pozycja zwycięskich zdobywców arabskich, a kalifat Abbasydów stał się jedynie państwem wyznaniowym muzułmańskim, gdzie wszystkie narody, które przyjęły islam, były równouprawnione. Drugą okolicznością sprzyjającą rozwojowi nauki było to, że Arabowie nie obracali w ruinę podbitych krajów i nie tępilili ludów, które się dostały pod ich panowanie. Podboje nie pociągnęły za sobą ani prześladowań religijnych, ani nawracania siłą na islam, który natomiast stał się czynnikiem integrującym narody. Podbitym narodom, które przyjęły islam, narzucono tylko język arabski, bo w nim została spisana święta księga Koranu. Istnienie wspólnego języka wśród narodów islamu było trzecią okolicznością sprzyjającą rozwojowi nauki. Ideologia zaś islamu nie kładła tamy rozwojowi myśli naukowej, lecz temu rozwojowi sprzyjała. Dotyczy to w szczególności astronomii, którą Arabowie zainteresowali się już w VIII w., przypuszczalnie z pobudek astrologicznych. Astrologia była bowiem bardzo silnie zakorzeniona w Persji i Egipcie,

<sup>15</sup> Tamże s. 156.

<sup>16</sup> W. Hartner, *iw.* s. 343—347.



klimatyczne zaś warunki Azji Przedniej i Egiptu sprzyjały śledzeniu położenia planet, co wytworzyło podatny grunt do zajęcia się zagadnieniem ich ruchów.

W Egipcie i Syrii znaleźli Arabowie liczne pisma astronomiczne. W szczególności *Mathematike Syntaxis* Ptolemeusza było już tłumaczone na język syryjski, należący podobnie jak i arabski do semickiej grupy językowej. Wszystkie wspomniane okoliczności sprawiły, że astronomia zajęła poczesne stanowisko wśród nauk kultywowanych przez narody islamu.

#### 4. POCZĄTKI MYŚLI ASTRONOMICZNEJ U NARODÓW ISLAMU (750—900)

Początki myśli naukowej mogli Arabowie czerpać z ognisk naukowych podbitych krajów. Tak więc w Persji w granicach kalifatu bagdadzkiego znalazł się Dżundi-Szapur, gdzie już w V wieku istniała szkoła lekarska założona przez Sassanidów, dokąd po zamknięciu w 525 r. przez Justyniana Szkoły Ateńskiej przybyli filozofowie greccy. Drugim ośrodkiem naukowym, gdzie studiowano matematykę i astronomię, był Harran w północno-zachodniej Mezopotamii. W obu ośrodkach tłumaczono dzieła uczonych greckich na język syryjski, a z niego później na język arabski<sup>17</sup>.

Już za rządów dynastii Omajjadów powstało w sąsiedztwie Damaszku obserwatorium astronomiczne, które wszakże zostało wkrótce zdystansowane przez założone w 829 r. obserwatorium w Bagdadzie. Tu wykonywano w sposób ciągły obserwacje astronomiczne dotyczące w szczególności położen planet<sup>18</sup>. Po podboju Persji zetknęli się Arabowie z Indiami, dokąd po wyprawach Aleksandra Macedońskiego docierała nauka hellenistyczna i pod jej wpływem powstawały dzieła astronomiczno-astrologiczne, objęte nazwą *Siddhanta*. Na dworach kalifów bagdadzkich zjawiali się astrologowie z Indii, a kalif al-Mansur zarządził, aby tłumaczono rozprawy naukowe na język arabski i aby przygotowano dzieło, któreby było podstawą obliczania ruchów planet. Pers Muhammad ibn Ibrahim al-Fazari przetłumaczył traktat astronomiczny z zespołu *Siddhanta* na język arabski, a przekład ten otrzymał u Arabów nazwę *Wielki Sindhind*<sup>19</sup>. Stało się ono podstawą pierwszych tablic astronomicznych tworzonych przez uczonych narodów islamu.

Za najdawniejszego astronoma piszącego po arabsku i interesującego się ruchem planet jest uważany żyd Henasse zwany inaczej Mashallah, zmarły ok. 820 r., astrolog i obserwator. Dzieło jego przetłumaczone przez Gerarda z Kremony na łacinę znane jest pod tytułem *De scientia motus orbis*<sup>20</sup>. Już na początku IX w. Arabowie interesowali się *Mathematike Syntaxis* Ptolemeusza, a jednym z jego pierwszych tłumaczy był Ibn Jusuf żyjący w latach 786—833. Przełożył on *Syntaxis* z wersji syryjskiej na język arabski, nadając dziełu nazwę *Kitab al-madžisti*, skąd powstała nazwa *Almagest*<sup>21</sup>.

<sup>17</sup> *Histoire Générale des Sciences*. T. 1. *La science antique et médiévale*. Paris 1957 s. 444—445.

<sup>18</sup> J. L. E. Dreyer: *A History of Astronomy from Thales to Kepler*. Dover bl. 1953 s. 246.

<sup>19</sup> Tamże s. 245.

<sup>20</sup> Sarton: *Introduction to the History of Science*. Vol. 1—2. Baltimore vol. 1 s. 531.

<sup>21</sup> Tamże s. 562.

Astronomii narodów islamu nadali kierunek rozwojowy astronomowie bagdadzcy, z których bardzo wybitną postacią był pochodzący z Azji Środkowej Muhammad al-Fargani, znany w średniowiecznej literaturze łacińskiej jako Alfraganus. Jego dzieło *Elementy astrologii* tłumaczone na łacinę w XII w. wywarło wielki wpływ na rozwój astronomii europejskiej. Było ono opracowane raczej pod wpływem *Hipotezy planet* Ptolemeusza niż *Almagestu*, podawane bowiem przez al-Fargani odległości planet obliczane były na tej zasadzie, że największa odległość którejkolwiek z nich jest jednocześnie równa najmniejszej odległości kolejnej dalszej planety<sup>22</sup>.

Za najwybitniejszego uczonego pierwszej połowy IX w. uważany jest pochodzący również z Azji Środkowej matematyk i astronom Muhammad ibn Musa al-Hwarizmi zmarły ok. 850 r. Choć położył on większe zasługi dla matematyki niż dla astronomii, był bowiem twórcą algebry, jednak zrobiony przez niego wyciąg z tablic *Sindhind* miał dużą sławę w Europie, gdzie już w IX w. tablice te były przetłumaczone na łacinę. Dużą zasługą al-Hwarizmi było to, że przyczynił się on do decyzji kalifa al-Mamuna zgromadzenia w Bagdadzie uczonych dla badań *Almagestu* i wyposażenia astronomów bagdadzkich w nowe instrumenty do wykonywania obserwacji.

Nieco młodszy od tych dwóch astronomów był astrolog abu-Maszar al-Balki z Chorasanu w Iranie, znany na zachodzie jako Albumasar (zmarł w 886 r.). Jego wielkie dzieło poświęcone koniunkcjom planet<sup>23</sup> było wielokrotnie przepisywane i komentowane przez astrologów.

Co się tyczy astronomów kalifatu bagdadzkiego młodszego pokolenia żyjących na przełomie IX i X w., to najwybitniejszymi byli Tabit ibn Qurra (826—901) i al-Battani (przed 858 r. —929 r.), obaj z Harranu. Tabit ibn Qurra wywarł wielki wpływ na rozwój europejskiej myśli astronomicznej w średniowieczu, dodał bowiem do ośmiu podstawowych sfer Ptolemeusza sferę dziewiątą, *primum mobile* po łacinie, a poza tym był propagatorem teorii trepidacji, głoszonej jeszcze przez komentatora Ptolemeusza z IV w. Teona z Aleksandrii. Błędna ta teoria, zakładająca istnienie cyklicznych ruchów punktów równonocy i nachylenia ekliptyki do równika, była przyjmowana przez wielu astronomów średniowiecza, a J. R. Ravetz przypuszcza, że mogła ona przyczynić się do utworzenia przez Kopernika modelu układu heliocentrycznego<sup>24</sup>. Dużą zasługą Tabita ibn Qurra było przetłumaczenie *Megale Syntaxis* z języka greckiego na arabski, choć najwcześniejszy przekład Ptolemeusza dokonany został przez al-Hadżdżadza ibn Jusufa ibn Matara (786—833).

Muhammad ibn Dżabir ibn Sinan abu-Abdullah al-Battani, w skrócie nazywany al-Battani, był niewątpliwie najwybitniejszym astronomem arabskim spośród znanych w średniowiecznej Europie Zachodniej. Był przede wszystkim gorliwym obserwatorem w miejscowości Raqqā w latach 877—919. Interesował się wprawdzie głównie ruchem Słońca i Księżycy, jednak jego tablice zawierają również dane odnoszące się do 5 planet. Zostały one ułożone ściśle według teorii Ptolemeusza z *Almagestu*, do której al-Battani nie wprowadził żadnych zmian. Natomiast na podstawie własnych obserwacji poprawił wiele danych liczbowych Ptolemeu-

<sup>22</sup> Tamże s. 567.

<sup>23</sup> W. Hartner, jw. s. 458.

<sup>24</sup> J. R. Ravetz: *Astronomy and Cosmology in the Achievements of Nicola Copernicus*. Wrocław 1965.

sza, w szczególności otrzymał na długość *apogeum* Słońca wartość różniącą się blisko o  $17^\circ$  od analogicznej wartości Ptolemeusza i obliczył dokładnie wartość ekscentryczności deferentu Słońca. Dla 5 planet dał al-Battani stosunki największych i najmniejszych odległości od Ziemi, nieco różne od tych, które dał al-Fargani<sup>25</sup>. Tablice al-Battani były bardziej złożone niż wzięte z indyjskich tekstów *Siddhanta* tablice al-Hwarizmi. Cieszyły się one wielkim poważaniem w średniowieczu, a dzieła al-Battani przetłumaczono w XII w. na łacinę.

W IX w. położone zostały podwaliny pod rozwój astronomii w krajach islamu, a działalność wymienionych wyżej wybitnych astronomów zdeterminowała dalszy kierunek badań astronomicznych u narodów islamu. Astronomowie ci nie wnieśli wprawdzie nowych koncepcji do teorii ruchów planet i ujmowali ją w duchu *Hipotez planet* Ptolemeusza, wszakże ich zasługą było zwrócenie się do obserwacji astronomicznych, w szczególności do obserwacji położen planet, co zresztą wynikało z potrzeby uznawanych powszechnie wówczas celów astrologicznych. Pod tym względem ważną była praca obserwacyjna w Damaszku. Bagdadzie i Raqqa, i byłoby bardzo istotne — dla oceny osiągnięć astronomów obserwujących w tych obserwatoriach — szczegółowe zbadanie ilościowe ich dorobku obserwacyjnego odnoszącego się do położen planet, jeżeli oczywiście zachowały się jakieś nie opracowane dotychczas źródła.

#### 5. ASTRONOMIA KRAJÓW ISLAMU W LATACH 900 DO 1100

W X w. kalifat bagdadzki przestał zajmować dominującą pozycję wśród narodów islamu. W 909 r. powstał w Egipcie kalifat Fatymidów, a władcy Hiszpanii przybrali również tytuł kalifów. Poza tym Iran stał się państwem niezależnym. Wszystko to miało wpływ na powstanie nowych ośrodków naukowych przede wszystkim w kalifatach egipskim i kordobańskim. Wzmogła się wówczas działalność obserwacyjna, w szczególności zaczęła się ona rozwijać również w Afryce i w Hiszpanii. W X w. nie było poważniejszego postępu w badaniach nad ruchem planet. Wybitni obserwatorowie azjatyccy: Abd al-Rahman al-Sufi (903 do 986), który obserwował w Sziraz, oraz Muhammad Abu'l-Wafa al-Buzjani (ok. 940 — 998), astronom z Bagdadu, planetami raczej się nie zajmowali. Abu'l-Wafa napisał uproszczoną wersję *Almagestu* w tym celu, aby dzieło to udostępnić ludziom mniej uczonym. Nie była ona publikowana w całości, zresztą nie zawierała nowych oryginalnych myśli<sup>26</sup>.

Większe zasługi w dziedzinie badania ruchu planet położył działający w Egipcie Abd al-Rahman ibn Junus (ok. 950 — 1009). Przy poparciu kalifów al-Aziza i al-Hakima obserwował on z kopuły meczetu Karafa koło Kairu w latach 977—1007 zaćmienia i położenia planet<sup>27</sup>, co pomogło mu w ułożeniu nowych tablic planetarnych noszących nazwę hakemickich na cześć kalifa al-Hakima. Niestety nie dochowały się one w całości<sup>28</sup>.

Na przełomie X i XI w. najwybitniejszym uczonym narodów islamu był uzbecki encyklopedysta z Chorezmu Abu-Rejchan Muhammad ibn-Ah-

<sup>25</sup> N. Herz: *Geschichte der Bahnbestimmungen von Planeten und Kometen*. Bd 2, s. 14—16. Leipzig 1894.

<sup>26</sup> J. L. E. Dreyer, jw. s. 246.

<sup>27</sup> E. Zinner: *Die Geschichte der Sternkunde*. Berlin 1931 s. 287.

<sup>28</sup> H. Suter: *Die Mathematiker und Astronomen der Araber*. „Abhandlungen Geschichte der Mathematischen Wissenschaften” Leipzig 1900 H. 10 s. 77.

med al-Biruni (973—1048). Choć astronomia, a w szczególności ruch planet, stanowiła stosunkowo niewielką część zainteresowań al-Biruni, jednak jego wkład do tej dziedziny badań był poważny. Jego podstawowe dzieło astronomiczne z ok. 1030 r. nosi nazwę *Al-Qanunu'l-Masudi*. Znajdujemy tam opis teorii ruchu Merkurego, choć wartość podawana na minimalną odległość tej planety jest błędna<sup>29</sup>. Wychodząc z założenia przyjętego w *Kitab al-Manshurat*, że maksimum odległości jakiegokolwiek planety zlewa się z minimum odległości następnej planety bezpośrednio dalej od Ziemi położonej, al-Biruni obliczył maksymalne i minimalne odległości Wenus, Słońca, Marsa, Jowisza i Saturna<sup>30</sup>, zaopatrując swe dzieło *Al-Qanunu* w rysunki schematyczne odnoszące się do ruchu planet. Był on poza tym wybitnym obserwatorem. Interesował się, podobnie jak i al-Battani, nie tyle stroną fizyczną ruchu planet, ile przedstawieniem ich geometrycznym, podobnie jak to czynił Ptolemeusz w *Almageście*.

Inaczej podchodził do zagadnienia ruchu planet współczesny al-Biruniemu, wybitny optyk i astronom Abu Ali al-Hasan ibn al-Hussain ibn al-Haitam, pochodzący z Basry, uczący jednak w Kairze, znany w Europie Zachodniej pod imieniem Alhazen (ok. 965 — 1039). Jego działalność naukowa miała chyba największy wpływ na rozwój problemu ruchów planet w Europie u schyłku średniowiecza w epoce przedkopernikowskiej. W traktacie *Fi hai'at al-alam* (*O kształcie wszechświata*) dał w postaci zakończzonej obraz układu sfer niebieskich<sup>31</sup>. Zgodnie z teorią Ibn al-Haitam'a wszechświat ma kształt kulisty i składa się z 9 powłok sferycznych, które ślizgają się jedna na drugiej. Wewnątrz każdej z nich osadzone są mniejsze powłoki w takiej liczbie, w jakiej kombinacja ich ruchów jest niezbędna dla wytłumaczenia ruchów każdej planety.

Ogółem model Ibn al-Haitam'a wymagał 47 sfer. Dla Merkurego Ibn al-Haitam wprowadził 9 sfer, a dla trzech planet górnych po 6. Na ogół Ibn al-Haitam skopiował model Ptolemeusza z jego *Hipotez planet*, z tą różnicą, że najwyższa sfera, dziewiąta, jest w tym modelu pozbawiona ciał niebieskich, udzielając jedynie ruchu obrotowego w okresie jednej doby ósmej sferze gwiazd stałych.

Model Ibn al-Haitam'a odzwierciedlał dążenia wielu astronomów narodów islamu do wyjaśnienia fizycznej budowy świata i dlatego odpowiadał on duchowi badań astronomicznych w średniowieczu. Jak wspomniano na początku artykułu, przyjęty on został przez Peurbacha w jego *Theoriae Novae Planetarum*.

W XI w. wzmogła się aktywność naukowa astronomów z kalifatu kordobańskiego. Jednym z pierwszych spośród nich był zmarły w latach 1007—1008 Abu'l-Qasim, astronom z Kordoby, który obserwował położenia planet i wyjaśniał *Almagest*<sup>32</sup>. Wybitniejszym obserwatorem od niego był al-Zarkali, nazywany w średniowieczu Azarkel (1029—1087). Ulepszył on astrolabium, obserwował położenia planet i opracował tablice położzeń planet, zwane tablicami toledańskimi. Były one tłumaczone na łacinę przez Gerarda z Kremony. Al-Zarkali był zwolennikiem, jak i wielu innych astronomów narodów islamu, teorii trepidacji.

<sup>29</sup> W. Hartner, jw. s. 342.

<sup>30</sup> Tamże s. 338—340.

<sup>31</sup> Tamże s. 480—482.

<sup>32</sup> H. Suter, jw. s. 76.



## 6. OPOZYCJA PRZECIWKO PTOLEMEUSZOWI W XII W.

Rozwojowi filozofii arabskiej, będącej pod wpływem filozofii Arystotelesa, towarzyszył okres krytyki w stosunku do zasadniczej koncepcji Ptolemeusza, ekscentryków i epicykli. Przede wszystkim astronomowie, którzy już rozporządzali pokaźnym materiałem obserwacyjnym dotyczącym położenia planet, dostrzegali niezgodności z podstawowymi danymi liczbowymi podawanymi przez Ptolemeusza. Krytyka *Almagestu* dotyczyła przede wszystkim ruchu planet dolnych, których ruch nie mógł być wyjaśniony w sposób zadowalający, jeżeli by się przyjmowało wielką wartość paralaksy słonecznej 3'. Dlatego to już Ibn Junus zredukował ją do 2'.

Odwrót od koncepcji Ptolemeusza zapoczątkował Abu Bekr ibn Dżahya al-Sayeg inaczej ibn-Badżdża (ok. 1106—ok. 1138) z Saragossy, nazywany przez europejskich scholastyków Avempace<sup>33</sup>. Odrzucał on ekscentryki i epicykle Ptolemeusza, nie tworząc wszakże własnej teorii. Przeciwno teorii Ptolemeusza występował również współczesny astronomowi Ibn Badżdża uczony arabski Dżabir ibn Aflah (nazywany w średniowieczu Geber), zmarły w 1145 r. Krytykę tę kontynuował uczeń Ibn Badżdża—Muhammad ben Abdelmalik ibn Tufajl z Granady (zmarły 1085—1086), nazywany Abubacer przez scholastyków, a zakończył ją al-Bitrudzi z Marokka (inaczej Alpetragius), uczeń Ibn Tufajl'a, żyjący jeszcze w 1210 r.<sup>34</sup>

Istotą teorii ruchu planet, opracowanej przez al-Bitrudzi, której rzeczywistym autorem był przypuszczalnie Ibn Tufajl, był nawrót do teorii sfer homocentrycznych, akceptowanej przez Arystotelesa. W teorii al-Bitrudzi'ego najszybszy ruch przypisywano sferze gwiazd stałych, a ruchy planet z zachodu na wschód traktowano jako opóźnienie tego ruchu. W ten sposób najszybciej poruszał się Saturn, a najwolniej Księżyc.

Krytyka teorii ekscentryków i epicykli wynikała z tego, że obserwacje wykazywały jej niedoskonałości. Nawrót jednak do teorii sfer homocentrycznych poprawy nie wprowadzał i dlatego nie był przyjmowany powszechnie przez astronomów narodów islamu, cieszył się natomiast dużym zainteresowaniem wśród uczonych europejskich. Przyczyniało się do tego poparcie, jakiego udzielał teorii sfer homocentrycznych filozof arabski z Hiszpanii Muhammad ibn Ruszd (Averroes u scholastyków), zwolennik filozofii Arystotelesa, cieszący się w średniowieczu dużym aurytetem.

Teoria al-Bitrudzi'ego nie stanowiła, z punktu widzenia astronomicznego, postępu w teorii ruchu planet i nie mogła stanowić podstawy do obliczania ich położenia, a jedynie miała dać fizyczne wyjaśnienie istoty ruchu planet. Tę fizyczną istotę al-Bitrudzi widział w sferze dziewiętej, *primum mobile* po łacinie, mającej tylko jeden ruch ze wschodu na zachód w okresie jednej doby, natomiast osma sfera gwiazd stałych obdarzona byłaby już dwoma ruchami, precesyjnym w długości ekliptycznej i drugim ruchem, wynikającym z ruchu bieguna ekliptyki dokoła położenia średniego. Ten drugi ruch był przyczyną trepidacji punktów równonocnych. Podobnie biegun sfery każdej planety opisywał małe koło dokoła średniego położenia, co było przyczyną występowania nierówności ruchu planet w długości ekliptycznej i powodowało ich ruch w szerokości. Wychodząc z zasady, że wszystkie planety biegną dokoła Ziemi ze wschodu

<sup>33</sup> G. Sarton, *iw.* vol. 2 s. 16.

<sup>34</sup> Tamże s. 295.

na zachód z malejącą jednak prędkością, w miarę jak planeta znajduje się bliżej Ziemi, al-Bitrudzi zmienił przyjętą przez Ptolemeusza kolejność planet, umieszczając Wenerę między Słońcem a Marsem i pozostawiając Merkurego między Słońcem a Księżycem<sup>35</sup>.

Choć teoria al-Bitrudzi'ego nie zawierała myśli oryginalnych, a w sensie geometrycznym stanowiła regres w stosunku do *Almagestu*, pobudziła jednak do krytyki niektórych twierdzeń Ptolemeusza, a w szczególności do krytyki nieprzestrzegania przez Ptolemeusza zasady jednostajnego ruchu kołowego przez wprowadzenie ekwantów. Na uwagę zasługuje problem implikacji wprowadzonych do teorii al-Bitrudzi'ego przez trepidację. Zagadnieniem tym zajął się ostatnio B. R. Goldstein<sup>36</sup> twierdząc, że model al-Bitrudzi'ego powstał w wyniku rozpracowania teorii trepidacji, jak ją podawał al-Zarkali rozwijając teorię Tabita ibn Qurra, a nie w wyniku dalszego rozpracowania teorii Eudoksosa.

## 7. ASTRONOMOWIE Z OBSERWATORIUM MARAGA

Wtedy, gdy na półwyspie Iberyjskim na skutek podboju państw arabskich przez władców chrześcijańskich w XIII w. badania astronomiczne prawie zanikły, nastąpiło ich ożywienie w Mezopotamii, która wraz z resztą kalifatu bagdadzkiego podbita została w 1258 r. przez wnuka Dżyngis Chana, Hulagu, założyciela perskiej dynastii Ilchanów. Hulagu już w pierwszych latach swego panowania wystąpił w charakterze mecenasa astronomii, przeznaczając znaczne środki pieniężne na założenie nowego obserwatorium, którego organizatorem był jeden z najwybitniejszych astronomów narodów islamu, Pers, Nasir al-Din al Tusi (1201—1274). Obserwatorium to powstało w miejscowości Maraga w Irańskim Azerbejdżanie na wschód od jeziora Urmia i na południe od Tabrizu. Było ono wyposażone w liczne instrumenty obserwacyjne i miało ogromną bibliotekę, złożoną rzekomo z 400 000 rękopisów<sup>37</sup>.

W obserwatorium Maraga Nasir al-Din zgromadził wielu astronomów z różnych krajów, poczynawszy od Chin na wschodzie do Hiszpanii na zachodzie, tworząc w ten sposób okazały zespół badaczy<sup>38</sup>. Głównym zadaniem astronomów pracujących w Maraga było ułożenie nowych tablic położeń planet na życzenie Hulagu, do czego wykonywano w Maraga w ciągu 12 lat systematyczne obserwacje. Cel ten osiągnięto, a tablice oparte częściowo na obserwacjach wykonanych w Maraga, otrzymały nazwę Ilchańskich.

Nasir al-Din al Tusi opracował teorię ruchu planet wprowadzając istotne zmiany do teorii Ptolemeusza. Teoria Nasir al-Dina podana została w jego dziele *Al-Tadhira*, będącym ogólnym podręcznikiem astronomii teoretycznej. W tej nowej teorii konstruowano modele ruchów planet, polegające na składaniu jednostajnych ruchów kołowych. Podstawowym dla niej było twierdzenie Nasir al-Dina polegające na tym, że gdy jedno koło toczy się po wewnętrznym obwodzie stacjonarnego koła, o promieniu dwa razy większym od promienia toczącego się koła, to punkt

<sup>35</sup> P. Duhem, jw. s. 157.

<sup>36</sup> B. R. Goldstein: *On the Theory of Trepidation According to Thabit b. Qurra and al-Zarqallu and its Implications for Homocentric Planetary Theory*. „Centaurus” Vol. 10: 1965 s. 232—247.

<sup>37</sup> H. Suter, jw. s. 146—153.

<sup>38</sup> E. S. Kennedy, jw. s. 365.

tę ostatniego koła położony w pewnej chwili na średnicy koła stacjonarnego porusza się po jego średnicy.

Zagadnienie postawione przez Nasir al-Dina sprowadza się do zastosowania pary wektorów o jednakowej długości, przy tym jeden z nich ma prędkość kątową dwa razy większą niż wektor drugi, a oba te wektory obracają się w kierunkach przeciwnych. Opis takich par wektorów podany został w pracy E. S. Kennedy *Late Medieval Planetary Theory*<sup>39</sup>. Wprowadzenie przez Nasir al-Dina par wektorów jest niczym innym jak obrazem ruchu harmonicznego, różni się zaś od konfiguracji Ptolemeusza tym, że wektor poprowadzony z ekwantu do środka epicyklu w teorii Ptolemeusza ma zmienną długość, a u Nasir al-Dina stałą. Nasir ad-Din bowiem operował jedynie ruchami jednostajnymi kołowymi i stosując współczesną nam nomenklaturę, wszystkie wektory w jego teorii powinny mieć długość niezmienną. Aby uzyskać zgodę z zaobserwowanymi faktami, Nasir al-Din daje wektorowi poprowadzonemu z ekwantu wartość stałą, umieszcza jednak na jego końcu opisaną wyżej parę wektorów, z których każdy równy jest połowie ekscentryczności. Zakładając dla wektorów stanowiących parę, że ruch kątowy drugiego z nich jest dwa razy szybszy od ruchu kątowego pierwszego wektora, przy czym oba wektory obracają się w kierunkach przeciwnych, dochodzimy w wyniku do tego, że środek epicykla będący końcem pary tych wektorów porusza się po krzywej, która zlewa się z deferentem Ptolemeusza w apogeum i perygeum, natomiast nieco odbiega od deferentu w pozostałych miejscach. W ten sposób Nasir al-Din podał konstrukcję geometryczną wolną od mechanizmu ekwantu.

Nad modelem budowy układu planetarnego pracowali pod wpływem Nasir al-Dina jeszcze inni astronomowie z obserwatorium w Maraga. Za modyfikację modelu Nasir al-Dina może być uważany model, który sporządził Qutb ad-Din al Szirazi (1236—1311). W modelu tym dla wszystkich planet, z wyjątkiem Merkurego, główny wektor jest poprowadzony nie ze środka ekwantu, lecz z punktu położonego w połowie odległości między środkiem ekwantu a środkiem deferentu. Co się tyczy modelu ruchu Merkurego, o którym Nasir al-Din w dziele swym *Tadchira* nie pisze, to u Qutb ad-Dina składa się on z 6 wektorów, gdzie występują 2 pary wektorialne Nasir al-Dina, oraz jeszcze dodatkowego wektora dla epicykla<sup>40</sup>.

Nie wiemy, jak długo istniało obserwatorium w Maraga. Wydaje się, że działało jeszcze w XIV w. Prace wybitnego astronoma, jakim był Nasir al-Din znajdowały kontynuatorów, z których chyba najwybitniejszym był astronom z Damaszku, Ibn al-Szatir, żyjący w XIV w. Obserwował on w Damaszku, tam wyznaczył z obserwacji w 1363 r. nową wartość nachylenia ekliptyki do równika<sup>41</sup>. Najbardziej jednak interesującą i ważną jego pracą był model ruchu 5 planet nie zawierający ekscentryków i ekwantów charakterystycznych dla układu Ptolemeusza, podstawowy zaś wektor w teorii Ibn al-Szatira poprowadzony był z Ziemi, a dopiero na jego końcu znajdowały się pary wektorów Nasir al-Dina<sup>42</sup>.

U Ibn al-Szatira modele ruchu planet górnych i Wenera mają jednakową liczbę składawych wektorów, różnią się tylko ich różną długością

<sup>39</sup> Tamże s. 368—370.

<sup>40</sup> Tamże s. 373.

<sup>41</sup> E. Zinner, jw. s. 286.

<sup>42</sup> E. S. Kennedy, V. Roberts, jw. s. 227.

oraz różnymi prędkościami kątowymi. Istotną innowacją jest tu wprowadzenie przez Ibn al-Szatira dwóch ruchów kołowych między wektorami ruchu średniego i epicykla. Dla Merkurego Ibn al-Szatir opracował model zespołów par wektorialnych bardziej złożony, gdzie zamiast czterech występuje sześć wektorów.

Analogiczne geometryczne kombinacje, jakie występują w modelu Ibn al-Szatira, znajdujemy również u Kopernika. Czy Kopernikowi znane były koncepcje Nasir al-Dina, tego nie wiemy. Najprawdopodobniejszym wnioskiem byłoby to, że zarówno Kopernik jak i Nasir al-Din oraz Ibn al-Szatir opierali się na jednym i tym samym założeniu, że obserwowany ruch planet należy wyjaśniać tylko przez kombinacje ruchów kołowych i mogli oni dojść niezależnie do analogicznych mechanizmów geometrycznych, które w języku nowoczesnej matematyki są niczym innym, jak rozwinięciem na szeregi Fouriera. Podstawowa różnica między ujęciem Ibn al-Szatira i Kopernika tkwi w tym, że pierwszy z nich zbudował model geostatyczny umieszczając środek świata w Ziemi, drugi zaś środek ten przeniósł do Słońca, przez co nie tylko ułatwił podejście matematyczne do rozwiązania zagadnienia ruchu planet, lecz umożliwił właściwe jego rozwiązanie fizyczne.

### 8. UŁUG-BEG I JEGO OBSERWATORIUM

Poczet wybitnych astronomów-obszerników narodów islamu zamyka Uług-Beg (1394—1449) wraz ze skupioną przy nim szkołą astronomiczną. Jako władca Samarkandy był nie tylko mecenasem nauki, lecz i sam pracował jako wybitny astronom. Założył on w Samarkandzie obserwatorium astronomiczne, którego głównym instrumentem był olbrzymi sekstans z łukiem kołowym o promieniu 43 m<sup>43</sup>. Prócz Uług-Bega w jego obserwatorium pracowało 6 astronomów, z których najbliższym jego współpracownikiem był Ala ad-Din al Kuszdz, zwany Ptolemeuszem swej epoki. Najwybitniejszym wszakże astronomem samarkandzkim z czasów Uług-Bega był Gijasad-din Dżemszid ibn-Mas'ud, autor traktatu o instrumentach astronomicznych i ulepszonych tablic Ilchańskich.

Podstawowym dziełem Uług-Bega jest jego *Zij* napisany w języku tadżyckim i zawierający tablice astronomiczne oparte na samarkandzkich obserwacjach. Trzeci rozdział *Wstępu* do dzieła Uług-Bega zawiera omawianie różnych zagadnień związanych z ruchem planet.

Uług-Beg nie opracował żadnego modelu budowy układu planetarnego, lecz podchodził do zagadnienia ruchu planet z punktu widzenia potrzeb obliczania tablic. Rozpatrywał więc zagadnienia wyznaczania średniej długości planet dla dowolnej epoki oraz ich prawdziwych położzeń, przede wszystkim Księżyca<sup>44</sup>. Wiele zaś uwagi poświęcał sprawom praktycznym rachunkowym, związanym z korzystaniem z tablic, w szczególności sprawie interpolacji i stosowaniu kolejnych przybliżeń przy przeliczaniu anomalii prawdziwej na średnią. Główne wszakże zasługi Uług-Beg położył jako bardzo dokładny obserwator, również jeżeli chodzi o planety. Po zamordowaniu Uług-Bega w 1449 r. założone przez niego obserwatorium uległo zniszczeniu, a astronomia średniowieczna narodów islamu przestała istnieć.

<sup>43</sup> T. N. Kary-Nijazow, jw. s. 126.

<sup>44</sup> Tamże s. 268.

## 9. WPŁYW ASTRONOMII NARODÓW ISLAMU NA ROZWÓJ BADAŃ ASTRONOMICZNYCH W EUROPIE

Bardzo niski poziom intelektualny nawet najbardziej oświeconych warstw narodów Europy Zachodniej nie sprzyjał przenikaniu nauki narodów islamu do Europy przed 1000 r. Prymitywne pojęcia o świecie były wtedy w Europie oparte na naiwnej interpretacji Biblii, zanikło również przeświadczenie o kulistości Ziemi. Dopiero na przełomie X i XI w. niezależne jednostki zaczęły się zaznajamiać z osiągnięciami astronomii arabskiej, a ożywiona działalność tłumaczenia dzieł astronomicznych z języka arabskiego na łacinę rozwinęła się w XII w. Przetłumaczono w szczególności *Mathematike Syntaxis* Ptolemeusza i to chronologicznie biorąc, najpierw z języka greckiego na Sycylii około 1160 r.<sup>45</sup> Tłumaczenie to wszakże było mało znane, rozpowszechniło się zaś w Europie tłumaczenie *Almagestu* dokonane przez Gerarda z Kremony w 1175 r. Ten gigant pracy przekładowej położył ogromne zasługi w przyswajaniu w Europie osiągnięć nauki narodów islamu<sup>46</sup>.

Astronomia przechodziła do narodów Europy w późnym średniowieczu w tej postaci, jaką jej nadal astronomowie narodów islamu. Tak więc najbardziej poczytny podręcznik astronomii, napisany w XIII w., a którym w uniwersytetach europejskich posługiwano się jeszcze w XVI w., *De Sphaera* Johna Holywood (inaczej Sacrobosco) zawierał treść przejętą dosłownie od al-Fargani i al-Battani. W dziedzinie teorii ruchu planet największy wpływ na uczonych europejskich wywierali Ibn al-Haitam, jak już o tym była mowa, oraz al-Bitrudzi z jego teorią sfer homocentrycznych, choć większość matematyków europejskich skłaniała się ku teorii ekscentryków i epicykli.

Ważnym ogniwem łączącym rodzącą się astronomię zachodnioeuropejską z nauką narodów islamu były toledańskie tablice astronomiczne al-Zarkali'ego, a później tzw. alfonsyńskie tablice opracowane również w Toledo w XIII w. Nazwa ich wiąże się z imieniem Alfonsa X, króla Kastylii w drugiej połowie XIII w., inicjatora tych tablic. Choć tablice te nie były układane przez astronomów arabskich, lecz przez uczonych żydowskich, noszących imiona Jehuda ben Mose Cohen i Iszak Ben Said Hasan, to jednak opracowane zostały pod wpływem osiągnięć uczonych arabskich, a za ich pierwowzór przyjęto toledańskie tablice al-Zarkali'ego. W szczególności tablice alfonsyńskie uwzględniały teorię trepidacji, przyjmowaną powszechnie wówczas na zachodzie Europy<sup>47</sup>.

Z napisanego po hiszpańsku tekstu pierwotnych tablic alfonsyńskich dochował się tylko wstęp, natomiast zachowały się rękopisy wersji łacińskiej<sup>48</sup>. Właściwe „tablice alfonsyńskie” takie, jakie były rozpowszechniane w Europie od XIV w. ułożone zostały w Paryżu w 1320 r., różniąc się w wielu miejscach od tablic ułożonych w XIII w. w Toledo. Wydrukowano je po raz pierwszy w 1483 r. i były one jedną z pierwszych książek astronomicznych, zakupionych przez Kopernika podczas studiów w Krakowie.

<sup>45</sup> G. Sarton, jw. vol. 2 s. 284.

<sup>46</sup> Tamże s. 297.

<sup>47</sup> E. Zinner, jw. s. 369.

<sup>48</sup> O. Neugebauer, *The Exact...*, jw. s. 67.

## 10. PODSUMOWANIE I DEZYDERATY

W niniejszym artykule starałem się dokonać przeglądu stanu naszej wiedzy o ruchach planet w astronomii narodów islamu na tle ogólnego rozwoju badań astronomicznych, nie wnikając w szczegóły matematyczne, dobrze znane z licznych opracowań. Zapewne artykuł mój nie zawiera rzeczy nowych, przytoczone bowiem przeze mnie fakty historyczne znajdują się w wielu znanych powszechnie książkach, uczyniłem to jednak dlatego, aby zaznaczyć niewielki postęp w syntetycznym ujęciu całości historii astronomii narodów islamu, w szczególności historii zagadnienia ruchu planet, którego zbadanie ma przecież tak wielkie znaczenie dla zrozumienia powstawania nowoczesnej astronomii w Europie od Peuerbacha i Regiomontana przez Kopernika, Tycho Brahe do Keplera.

Jako astronom uważałbym za bardzo pożądane, aby wielki dorobek obserwacyjny astronomów narodów islamu, spoczywający jeszcze w dość znacznej części w nie opracowanych rękopisach, został krytycznie opracowany z udziałem astronomów specjalistów z dziedziny ruchów planet. Należałoby również zastanowić się nad tym, czy istotnie astronomia narodów islamu, która tak silnie oddziaływała na rozwój myśli astronomicznej w Europie, nie ma żadnych oryginalnych osiągnięć, a jedyną jej zasługą jest przekazanie zdobyczy nauki hellenistycznej. Na to pytanie będą mogli odpowiedzieć historycy astronomii średniowiecza i ewentualnie sąd o zdobyczach astronomii narodów islamu złagodzają. Może na to wpływając, moim zdaniem, wielki dorobek astronomów z obserwatorium w Maraga oraz astronomów z innych ośrodków Przedniej i Środkowej Azji.

Na ogół w dziejach astronomii narodów islamu przyjmuje się trzy okresy rozwojowe: 1) lata 750—900, okres tłumaczeń dzieł uczonych greckich, 2) 900—1275, rozkwit astronomii muzułmańskiej, 3) lata 1275—1600, okres schyłkowy. Lata 900—1275 przyniosły wiele wybitnych postaci uczonych narodów islamu, którzy nie tylko komentowali zdobycze astronomii hellenistycznej, lecz próbowali zajmować stanowisko krytyczne wobec teorii ekscentryków i epicykli Ptolemeusza, nie dając niestety, z wyjątkiem może Nasir al-Dina i Ibn al-Szatira, ulepszonego modelu geocentrycznego ruchu planet. Nie jestem kompetentny do dania odpowiedzi, dlaczego astronomowie narodów islamu, dostrzegając braki teorii Ptolemeusza, nie wyszli poza model geocentryczny. Być może wpływały na to względy światopoglądowe w społeczeństwach, gdzie naczelną pozycję zajmował w życiu umysłowym Koran, a może zaważyła tu powszechnie uznawana u badaczy narodów islamu i posiadająca duże znaczenie astrologia, która z założeń swoich musi mieć charakter geocentryczny.

Uczni narodów islamu nie mogli więc dokonać przewrotu w teorii ruchów planet, natomiast olbrzymią ich zasługą jest zebranie ogromnego materiału obserwacyjnego, dotyczącego położenia planet, częściowo wykorzystanego przy układaniu licznych tablic. Ten dorobek obserwacyjny nie został jednak jeszcze wystarczająco poznany z powodu braku krytycznych opracowań tablic. E. S. Kennedy<sup>49</sup> opublikował w 1956 r. wykaz przeszło 100 arabskich tablic astronomicznych, z których według O. Neugebauera<sup>50</sup> zaledwie dwa dzieła, tablice al-Battani i al-Hwarizmi

<sup>49</sup> E. S. Kennedy: *A Survey of Islamic Astronomical Tables*. „Transactions of the American Philosophical Society”, New Series Vol. 46: 1956 No 2 s. 123—177.

<sup>50</sup> O. Neugebauer, *The Exact...*, jw. s. 68.

doczekały się należytego krytycznego opracowania. Jako ważny dezyderat należałoby przeto wymienić potrzebę krytycznego opracowania wielu tablic, o których istnieniu wiemy, a może przeszukania nieznanych nam jeszcze rękopisów astronomicznych, zawierających wyniki obserwacji astronomów narodów islamu, co mogłoby dostarczyć wielu nowych szczegółów z dziedziny położenia planet i badań ich ruchu. Udostępnienie współczesnym astronomom bogactwa obserwacyjnego średniowiecza byłoby przez nich przyjęte z wdzięcznością. Wtedy, gdy dobrze poznamy w nieprzebadanych jeszcze rękopisach arabskich dorobek zarówno pracy obserwacyjnej astronomów narodów islamu, jak i ich koncepcje geometryczne, można będzie pokusić się o pełną syntezę tego dorobku, co dla poznania korzeni naszej kultury i nauki może mieć znaczenie istotne.

### ДВИЖЕНИЕ ПЛАНЕТ В АСТРОНОМИИ МУСУЛЬМАНСКИХ НАРОДОВ

Вопрос движения планет в средневековой астрономии мусульманских народов еще не дождался синтетической разработки, хотя он является важным звеном между птолемеевской и коперниковской системами мира. Данная статья представляет собой попытку дать частичное обобщение наших знаний о трудах астрономов из мусульманских стран в эпоху средневековья, посвященных проблеме движения планет.

Арабы в завоеванных ими странах застали два научных центра: Джунди-Шапур и Харран, где велись исследования в области астрономии. В VIII в. в резиденцию аббасидских халифов приезжали астрономы из Индии, привозившие с собой астрономические трактаты. На основе этих трактатов были составлены в IX в. астрономические таблицы аль-Хорезми. Кроме того, в IX в. был переведен на арабский язык *Мегале Синтаксис* Птолемея (аль-Хаджджадж и Табит Ибн-Квурра). Это произведение было названо *Аль-Маджистини*, отсюда название *Альмагест*. Самым выдающимся арабским астрономом на рубеже IX—X вв. был аль-Батани, занимавшийся астрономическими наблюдениями в Ракка в 877—919 гг. Одновременно с развитием астрономии в Месопотамии астрономические исследования достигли значительного развития также в Египте и Испании. В Египте арабский астроном Ибн-Юнис составил планетные таблицы, получившие название текамитских астрономических таблиц. Основываясь на *Гипотезы планет* Птолемея, астроном Ибн-аль-Хайтам разработал модель строения мира, состоящую из сферических оболочек, скользящих одна на другой, не оставляя пустого пространства. Эту модель в XV в. перенял Г. Пурбах в *Theoricae Novae Planetarum*. В Испании (Толедо) аз-Заркали (XI в.) разработал таблицы, которые впоследствии были использованы в качестве образца для составления альфонсинских астрономических таблиц, получивших широкое распространение в средние века. В XII в. под влиянием философа Ибн-Рошда (Аверроэса), продолжателя учения Аристотеля, астроном аль-Битруджи создал теорию гомоцентрических сфер, в которой он обратился к концепции Евдокса. Новый подъем астрономических наблюдений в Месопотамии последовал во второй половине XIII в. после завоевания этой страны монголами (хан Хулагу). В этот период выдающийся астроном Насирэддин Туси основал в г. Мараге астрономическую обсерваторию. В своем труде *Аль Тадхир* он привел системы движения планет, охватывающие комбинацию круговых движений, в которых существуют пары векторов одинаковой длины с угловыми скоростями как 1 : 2. Теория, разработанная Ибн-аль-Шатиром из Дамаска (XIV в.), содержала геометрические концепции очень сходные с учением Коперника. В Средней Азии в XV в. близ Самарканды действовала астрономическая обсерватория, основанная Улуг-беком.

Европейская астрономия развивалась в средние века под сильным влиянием астрономии мусульманских народов. Астрономические труды арабских ученых переводились на латинский язык, из них самое большое значение сыграл перевод *Альмагеста* Джерардом из Кремоны, относящийся к 1175 г. Основным средневековым учебником по астрономии была

книга Сакробоско *Де сфера*, в которой он использовал труды астрономов аль-Фергани и аль-Батани. Дальнейшее изучение многочисленных рукописных арабских таблиц, еще не исследованных обстоятельно, несомненно позволит расширить наши знания об астрономии мусульманских народов.

#### MOTION OF PLANETS IN THE ASTRONOMY OF THE ISLAM NATIONS

The problem of the motion of planets in the astronomy of the Islam nations in the Middle Ages has not yet had a synthetic elaboration, though it forms an important link between the Ptolemy and Copernican astronomies. This article is an attempt to sum up our knowledge on the work of the astronomers from the Islam nations in the Middle Ages as far as the motion of planets is concerned.

In the countries they conquered the Arabs found two centres where astronomy was cultivated: Djundi-Shapur and Harran. Astronomers from India came to the Abbasids Caliphs' courts in the 8th century and they brought with them astronomical treatises. Al-Khwarizmi's astronomical tables from the 9th century were based on these treatises. In the 9th century "Megale Syntaxis" by Ptolemy was translated into Arabic (al-Hajjaj and Thabit ben Qurra). This work was called "Al-Majisti", hence "Almagest". Al-Battani was the most prominent astronomer from the turn of the 10th century, he was a keen observer in the city of Raqqa in 877—919. Besides Mesopotamia, astronomical research developed also in Egypt and Spain. In Egypt ibn Junis arranged planetary tables, called Hakemite. On the basis of Ptolemy's "Hypothesis of Planets" ibn al-Haitham prepared a model of the world consisting of spheres, one sliding within the other without leaving any empty spaces. This model was then accepted by G. Purbach in the 15th century in "Theoricae Novae Planetarum". In Spain (Toledo) Arzachel arranged the tables that later served as archetype for the Alfonsine tables, popularized in the Middle Ages. In the 12th century, under the influence of the philosopher ibn Rushd (Averroes), a propagator of Aristotle's philosophy, al-Bitruji prepared a theory of the homocentric spheres which was a return to Endoxos's conception. A growth of astronomical research in Mesopotamia took place in the second half of the 13th century, after the country was conquered by Mongols (Hulagu Khan). The conquerer founded an observatory in Maraga, it was organized by Nasir al-Din al-Tusi from Persia. In the work "Al Tadhkira" he presented models of the motion of planets, containing combinations of circular movements where couples of vectors with identical length and angle speed related 1:2. The theory prepared by Ibn-al-Shatir from Damascus (14th century) contained very similar geometrical conceptions to those of Copernicus. In Central Asia in the 15th century an observatory founded by Ulug Begh was active near Samarkand.

In the Middle Ages European astronomy developed under a strong influence of that of the Islam nations. Astronomical works were translated from Arabic into Latin, of which the "Almagest" translated by Gerard from Cremona in 1175 was of greatest importance. The elementary medieval text-book, written by Sacrobosco and known as "De Sphaere" had its contents taken from the works of the astronomers al-Fargani and al-Battani. Examining the number of still unknown Arab tables in a manuscript form may make our knowledge of the astronomy of the Islam nations more profound.