

Rosińska, Grażyna

Giovanni Bianchini - matematyk i astronom XV wieku

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 26/3-4, 565-578

1981

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.



Grażyna Rosińska
(Kraków)

GIOVANNI BIANCHINI — MATEMATYK I ASTRONOM XV WIEKU

Giovanni Bianchini (ca 1385 — ca 1470) należy do zapoznanych uczonych. Matematyk i astronom, współczesny Janowi Schindlowi, Janowi z Gmunden, Peurbachowi, tylko on jeden z wymienionej grupy nie został ujęty w *Dictionary of Scientific Biography*. Był to rezultat szeregu wcześniejszych pominięć. Być może zemściły się na nim zainteresowania astrologiczne. Jakkolwiek dziedziną tą zajmował się marginalnie, określany bywał jako wybitny astrolog. Taką etykietką obdarzony pozostał daleko na marginesie historii nauk ścisłych¹. Nie pomogło tu nic wydanie na początku XX wieku przez Maximiliana

¹ Szczęśliwie, bogatych danych do jego życiorysu, ale tylko do życiorysu, bez analizy dzieła, dostarcza włoska biografistyka z XVII i XVIII wieku. Por. C. A. Barotti: *Letterati ferraresi*, I, 1792 s. 119—132; F. B. Borsetti: *Historia Gymnasii Ferrariensis*, II, Ferrariae 1735 s. 23—25; P. S. Dolfi: *Cronologia di famiglie nobili de Bologna con le loro insegne*, II Bologna 1670 s. 161—162; G. Fantuzzi: *Notizie degli scrittori bolognesi raccolte de Giovanni Fantuzzi*. Bologna 1782, II, s. 180—187; G. Boffito: *Le tavole astronomiche di Giovanni Bianchini da un codice della collezione Olschki*. „La Bibliofilia” 1907—1908 T. IX s. 378—388, 446—460. Fakt odnajdywania wiadomości o Bianchinim w wielu źródłach może świadczyć o jego popularności wśród współczesnych i przetrwaniu sławy u potomnych. Ważkie musiały być powody do sławy, skoro wiodły spór o Bianchiniego, którego rodzina wywodziła się z Toskanii, być może z samej Florencji, dwa wspaniałe miasta. Ferrara i Bolonia. Spór ten wyraził się w cytowanej wyżej literaturze podawaniem sprzecznych niekiedy danych. Sprzeczne także są wiadomości dotyczące studiów uniwersyteckich Bianchiniego, lub braku tych studiów, oraz ewentualnego wykładania na uniwersytecie w Ferrarze, podczas gdy sam Bianchini mówi o sobie w liście do Regiomontana: „nunquam preceptorum habui nec versatus sum in scholis” (M. Curtze s. 208 — patrz przypis 2). Dyskusję na temat niektórych spośród tych zagadnień podaje G. Federici-Vescovini (*Bianchini Giovanni*. W: *Dizionario biografico degli Italiani*. T. X. 1968 s. 194—196), rozstrzygając datę urodzenia Bianchiniego na pierwszy dziesiątek XV wieku i czyniąc z Bianchiniego absolwenta, z tytułem doktora artium, uniwersytetu we Florencji. W tej ostatniej sprawie Vescovini oparła się na nieznanym mi rękopisie Bibl. Laurenziana, ms. aq. 1. 425 f. 31 rb. Gdy chodzi o datę urodzenia Bianchiniego, to trudno przyjąć pierwsze dziesięciolecie XV wieku, skoro już w 1427 roku objął Bianchini odpowiedzialne stanowisko na dworze w Ferrarze. Uporządkowaniem danych życiorysu Bianchiniego zajął się także L. Thorndike: *Giovanni Bianchini in Paris Manuscripts*. Cz. I. „Scripta Mathematica” 1950 (T. 16 s. 5—12), czyniąc to w oparciu o daty obserwacji astronomicznych odnotowanych przez Bianchiniego oraz o inne dane, wynikające z działalności naukowej Bianchiniego.

Curtzego uczoney korespondencji z Regiomontanem, nawiązanej przez samego Regiomontana w celu przedyskutowania niektórych zagadnień trygonometrycznych², z uchodzącym za mistrza i będącym już w podeszłym wieku Bianchinim, nie pomogło też wyznaczenie mu miejsca przez Lynna Thorndike'a w jednym rzędzie z Regiomontanem i Toscanellim³.

Bianchini żył długo i był świadkiem oraz uczestnikiem najważniejszych osiągnięć matematycznych XV wieku. Dla astronomii w tym okresie dwie sprawy miały znaczenie podstawowe i w rezultacie określiły dalszy rozwój, przygotowując, od strony technicznej, rewolucję kopernikańską. Pierwszą sprawą było udoskonalenie aparatu matematycznego, w tym przede wszystkim rozwój trygonometrii (nie należy jednak lekceważyć także pierwszych prób wprowadzenia działań algebraicznych, to znaczy formułowania zagadnień matematycznych w formie równań z niewiadomymi). Drugą ogromnie ważną sprawą była ponowna recepcja Ptolemeusza, bardziej jego technicznej astronomii niż implikacji kosmologiczno-filozoficznych tej astronomii. Początki tej „drugiej recepcji” dają się zauważyć już w pierwszej ćwierci XV wieku w niektórych ośrodkach, na przykład w Pradze⁴, ale na dobre rozpoczęła się ona dopiero wraz z ukazaniem się *Epitome* Ptolemeuszowego *Almagestu* wydanej przez Peurbacha i Regiomontana. Właśnie z rozwojem matematyki i recepcją Ptolemeusza łączy się zagadnienie ewentualnych wpływów myśli matematyków i astronomów arabskich na uczonych europejskich tego okresu: już nie Arabów z X, XI i XII wieku, znanych w Europie od dawna w tłumaczeniach na łacinę, ale wielkich astronomów schyłku XIII wieku, Nasir ad-Dina at-Tusiego i Ibn as-Shatira, których tekstów w przekładzie na łacinę nie odkryto w zbiorach europejskich, lecz których myśl wydaje się dziwnie pokrewna niektórym rozwiązaniom geometrycznym zastosowanym później przez Kopernika⁵.

² M. Curtze: *Der Briefwechsel Regiomontans mit Giovanni Bianchini, Jacob von Speier und Christian Roder*. Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. 1902 V. 12 s. 185—292. Temat ten powrócił jeszcze raz w publikacji Magriniego, S. Magrini: *Johannes de Bianchinis Ferrariensis e il suo carteggio scientifico con il Regiomontano*. „Atti e memorie della deputazione ferrarese di storia patria” 1917 T. XXII 3.

³ L. Thorndike, dz. cyt. s. 5.

⁴ Świadczy o tym zachowany w Bibliotece Jagiellońskiej rękopis BJ 619, zawierający systematyczny wykład *Almagestu* przeprowadzony w uniwersytecie Praskim (schola medicorum) w latach 1412—1418, przeznaczony dla studentów ze zdobytymi już stopniami naukowymi.

⁵ Chodziło między innymi o konstrukcję geometryczną, pozwalającą wyrazić ruch po linii prostej jako powstający w wyniku kombinacji dwu ruchów kołowych, bowiem w tzw. „sferze nadksiężycowej” obowiązuje wyłącznie ruch po okręgach. Dyskusję, dotyczącą tego pasjonującego zagadnienia ewentualnych związków Kopernika z późnośredniowieczną myślą arabską, zapoczątkowali O. Neugebauer i W. Hartner. Wiele niezmiernie ważnych dla dziejów matematyki arabskiej publikacji ogłosił z okazji badania tego zagadnienia E. S. Kennedy. Dyskusje przebiegały głównie na łamach „Isis”. Niech mi wolno będzie odesłać do mego artykułu, w którym podaje literaturę na ten temat, i w którym próbowałam się ustosunkować do rozwiązań geometrycznych stosowanych przez Kopernika, rozpatrując sprawę od strony łacińskich

Z całą pewnością Giovanni Bianchini uczestniczył w pierwszej z wymienionych spraw: udoskonalił tablice funkcji trygonometrycznych, zarówno zwiększając ich dokładność, jak upraszczając rachunki i wprowadzając wyliczone przez siebie tablice funkcji nie rozpowszechnionych dotąd w Europie: cosinus, cosecans, tangens. Ponadto interesował się algebrą, ta jednak dziedzina wymaga dalszych badań, które by umożliwiły ocenę wkładu Bianchiniego. Analogicznie należałoby dokładnie przestudiować stosunek Bianchiniego do Ptolemeusza, a zwłaszcza jego stosunek do matematycznej myśli arabskiej w rozważaniach zawartych w Bianchiniego *Flores Almagesti*⁶.

Oto wykaz dzieł Giovanniego Bianchiniego.

- 1) *Tabule magistrates*, I—VIII, tablice trygonometryczne, z których tablica IV jest dziesiątą tablicą funkcji tangensa a V funkcji cosecansa⁷.
- 2) Tablice funkcji sinus, cosinus i cotangens (tabula umbre)⁸.
- 3) *Tabule primi mobilis*, tablice ruchów gwiazd stałych wraz z kanonami Non veni solvere legem...
- 4) *Tabule de motibus planetarum*, tablice ruchu pięciu planet, dwu tzw. dolnych, znajdujących się według geocentrycznego systemu odniesienia między ziemią i słońcem — wenus i merkury oraz trzy planety górne, mające swoje sfery ponad sferą słońca, saturn, jowisz i mars, wraz

źródeł (Roger Bacon oraz astronomowie krakowscy, Sędziwój z Czechla i Wojciech z Brudzewa), G. Rosińska: *Nasir ad-Din at-Tusi and Ibn as-Shatir in Cracow?* „Isis” 1974 s. 239—243.

⁶ Próbą podjęcia tego tematu był mój referat na II Międzynarodowym sympozjum historii nauki arabskiej w Aleppo w 1979 roku. G. Rosińska: *Le legs arabe dans l'astronomie mathématique du XV^e siècle. Le cas des „Flores Almagesti” et des „Tables magistrates” de Giovanni Bianchini et de la Summa super tabulas de Martin Rex de Przemysł*. Streszczenie w materiałach kongresowych. Bianchini więcej zawdzięczał Arabom niż to starał się ukazać. Można nawet w tym stwierdzeniu iść dalej — starał się on pilnie ukryć wszelkie zależności, które nie były zależnościami wprost od Ptolemeusza. Być może w ten właśnie sposób wyraziła się w jego twórczości renesansowa maniera kultu dla starożytnych? W każdym razie ten jego zabieg nie uszedł nieuwadze krakowskich astronomów. W rękopisie BJ 558 dopisano na marginesie, często w miejscach równoległych do stwierżeń Bianchiniego w rodzaju „ja to pierwszy wymyśliłem”, odsyłacze do nazwisk wcześniejszych autorów (np. f. 14v Bianchini: Nunc volo te cautum reddere et revelare secretum, quod per alios non revelitur [...] oraz uwaga na marginesie: preter Mahmetum, *De algebra et almucabala*, item Joannem de Muris in *Quardipartito numerorum et ceteros, moderniores*. Albo f. 33v: Sed ego addidi hanc demonstrationem... i uwaga na marginesie: Hec demonstratio est apud Theonem, item in *Almagesto abbreviato*. A także f. 21v [...] nec per alios hoc numquam vidi demonstratum... i uwaga na marginesie: More quidem tuo verumtamen meliori, ut est apud Ptolomeum. (sic) Różni się Bianchini od współczesnego mu, i być może znajomego, Marcina Króla z Żurawicy, wykładającego w sąsiedniej Bolonii na przełomie lat czterdziestych i pięćdziesiątych XV wieku. Rosińska, j.w. (1979). Omawiając jednak dzieje tablic astronomicznych potrafił Bianchini oddać, co należy, poprzednikom. L. Thorndike: *Giovanni Bianchini in Paris Manuscripts*. „Scripta Mathematica” T. 16: 1950 s. 169—180.

⁷ W tekstach łacińskich z XV wieku zachowuję oryginalną ortografię. Tablice opublikowałam w zakresie szerszym niż w niniejszym artykule w „Historia Mathematica”. G. Rosińska: *Tables trigonométriques de Giovanni Bianchini*. „Historia Mathematica” 1981 z. 8 s. 49—52.

⁸ Jak wyżej.

- z kanonami: Ptholomeus, qui merito illuminator... Wydane po raz pierwszy w Wenecji 1495⁹.
- 5) *Tabule de eclipsibus*, tablice zaćmień słońca i księżyca, wraz z kanonami: In libro Florum Almagesti...
 - 6) *Tabule domorum*, tablice astronomiczne dla potrzeb astrologii, ukazujące położenie planet w stosunku do sfery gwiazd stałych.
 - 7) *Tabule directionum*, tablice astronomiczne dla potrzeb astrologii ukazujące położenie planet w stosunku do sfery gwiazd stałych i nawzajem do siebie, wraz z kanonami: Rogasti me summopere...
 - 8) *Flores Almagesti*, summa matematyczno-astronomiczna¹⁰.
 - 9) Opisy instrumentów astronomicznych w rękopisach w Modenie i w Paryżu, które wymagają przebadania, by stwierdzić, czy stanowią samodzielne traktaty, czy też są odpisami *Flores Almagesti*.
 - 10) Traktat *De sinibus*, zachowany w Bibliotece Watykańskiej i w Bibliotece w Modenie, także być może część *Flores Almagesti*.

* *
*

Na tablice funkcji trygonometrycznych — obliczone przez Bianchiniego — po raz pierwszy zwróciłam uwagę opracowując rękopis w Krakowie tablic matematycznych Peurbacha i Regiomontana¹¹. Pod jednym z krakowskich rękopiśmiennych egzemplarzy Regiomontanowych tablic funkcji sinus znajduje się notatka pisana ręką Mikołaja z Wieliczki Starszego: „Koniec podstawowych tablic sinus Jerzego Peurbacha, które wraz z tablicami Jana z Regiomonte wyrażają za pomocą liczb i bez większego błędu stosunek łuku do jego cięciwy. Pierwotna forma tych tablic [pochodzi od] Jana Bianchiniego”¹². Idąc za wskazówką przebadalam dokładnie rękopisy, zawierające tablice matematyczne i astronomiczne Bianchiniego, w celu prześledzenia ewentualnych zależności i zapożyczeń Regiomontana u Bianchiniego. W wyniku tych badań znalazłam, oprócz tablic sinusa, znanych A. von Braunmühlowi¹³, wyliczonych dla $R = 60 \cdot 10^3$, tablice innych funkcji, których stosowanie w Europie przesuwano dopiero na wiek XVI. Okazało

⁹ Następne wydania: przez Luca Gaurico Wenecja 1526 i przez Mikołaja Prugnera Bazylea 1553. Wydanie bazylejskie podaje za G. Federici-Vescovini, dz. cyt. s. 195 i L. Thorndike, dz. cyt. s. 10.

¹⁰ Por. L. A. Birkenmajer: *Flores Almagesti. Ein angeblich verloren Traktat Bianchini's Mathematikers und Astronomen von Ferrara aus dem XV. Jahrhundert*. „Bulletin International de l'Academie des Sciences de Cracovie, Classe des sciences mathématiques et naturelles”. Série A: Sciences mathématiques 1911 s. 268—278. L. Thorndike, dz. cyt. s. 176—180; E. Poule: *La bibliothèque scientifique d'un imprimeur humaniste du XV^e siècle*. Genève 1963.

¹¹ G. Rosińska: *L'audience de Regiomontanus à Cracovie au XV^e et au début du XVI^e siècle*. W: *Regiomontanus-Studien*. Wien 1980. Wyd. G. G. Hamann s. 315—333.

¹² BJ 600, p. 268.

¹³ A. von Braunmühl: *Verlesungen über Geschichte der Trigonometrie*. Vol. I. Leipzig 1900 s. 120, przyp. 1.

się ponadto, że poza wyliczeniami dokonanymi dla promienia koła $R = 60 \cdot 10^n$, Bianchini opracował tablice trygonometryczne dla $R = 10^n$. Byłby więc Bianchini w Europie autorem, jednym z najstarszych, jeśli nie najstarszym, tego modelu tablic trygonometrycznych, którym posługujemy się do dziś.

Oba zresztą rodzaje tablic trygonometrycznych, pozostawionych przez Bianchiniego, mają znaczenie w historii matematyki. Tablice — w których pozostał ślad Ptolemeuszowego, hellenistycznego rachowania w postaci reliktu rachunku sześćdziesiątkowego — ukazują miejsce Bianchiniego w grupie XV-wiecznych matematyków rozwijających ten sposób kalkulacji: Schindla, Peurbacha, Regiomontana. Natomiast tablice „czysto dziesiętne” są oczywistym osiągnięciem w dziedzinie rozwoju techniki rachunkowej.

Po wprowadzeniu przez Bianchiniego dziesiętnych tablic trygonometrycznych daje się zaobserwować zjawisko, które można by nazwać „modą” na obliczanie różnych wersji tablic, o różnym stopniu dokładności, począwszy od Regiomontana¹⁴, poprzez, w wieku XVI, Mikołaja Kopernika, Piotra Apiana, Jerzego Joachima Rhetyka, Maurycego Bressieu, Mikołaja R. Ursusa, Giovanniego Antonia Maginiego i Valentina Otho¹⁵. O Bianchinim jednak wiadomo, według jego własnego świadectwa, że wyliczone przezeń tablice trygonometryczne były dla niego narzędziem do obliczeń astronomicznych. Natomiast Regiomontan, chociaż zasygnalizował pożytek stosowania dziesiętnej tablicy tangensów i ogólnie rachunku dziesiętnego, własnej tablicy sinusów dla $R = 10^7$ nie używał, a w każdym razie nic o tym nie wiadomo. Dotyczy to, w różnej mierze, także jego następców. Mamy tu do czynienia z dobrze znanym w dziejach matematyki zjawiskiem rozwoju teorii matematycznych

¹⁴ Wykaz tablic trygonometrycznych Regiomontana zachowanych w zbiorach Biblioteki Jagiellońskiej por. Rosińska, *L'audience de Regiomontanus*, s. 327—328. Ustalenie zależności Regiomontana od Bianchiniego w zakresie dziesiętnych tablic trygonometrycznych wymaga dalszych badań. Tutaj powołałam się tylko na chronologię faktów, znanych z korespondencji Regiomontana z Bianchinim. Regiomontan w korespondencji z Bianchinim w roku 1464 donosi, że ukończył już pierwsze księgi swej trygonometrii (*De triangulis*), pozostawił je w Rzymie, i oczekuje obecnie na ich przywiezienie. Tymczasem informacje o swych *Tabule magistrates* przesłał Bianchini Regiomontanowi rok wcześniej, pisząc co następuje w liście z 26 XI 1463: „Videbitis autem decisiones meas ad quesita vestra et approbationes, quas subiunxi ex canonibus et tabullis meis de primo mobili extractis et operationes tabullarum magistrallium per me compositarum, et si non vidistis, videbitis in quanta brevitate reducitur calcululus, et non dubitatis, quod omnia demonstravi in libro florum amagesti. Reduxi enim denominantiones sinuum ad numeros discretos propter abbreviationem et facilitatem calculandi. Si vero illud non habetis illic, scilicet *Tabullas* meas de primo mobili, sunt aliqui, qui Venetiis illę habent [...] Et libentissime audirem, quid vobis videtur pro illis; et quid ex ipsis videtur corrigendum, vobis doctissimo, assentiam”. M. Curtze, dz. cyt. s. 206. Tablice dziesiętne sinusów obliczył Regiomontan już po opuszczeniu Włoch, w roku 1468, przebywając na Węgrzech. Dziesiętna tablica tangensów powstała tylko rok wcześniej, w 1467, także na Węgrzech. Por. E. Rosen: *Regiomontanus*. W: *Dictionary of Scientific Biography*. T. 11: 1975 s. 350.

¹⁵ Przegląd twórczości „tablicowej” tych matematyków podaje bardzo przejrzyście M. C. Zeller: *The Development of Trigonometry from Regiomontanus to Pitiscus*. Ann Arbor 1946.

czy technik obliczeniowych „na wyrost” w stosunku do zaistniałych potrzeb czy nawet aktualnych możliwości zastosowania w praktyce tych osiągnięć. Natomiast z historycznego punktu widzenia jest rzeczą naturalną, że zjawisko to nasiliło się wówczas, gdy matematyka na nowo, jak to się powszechnie przyjmuje, wraz z pracami Regiomontana, zaczęła odzyskiwać swą niezależność wobec astronomii, stając się na powrót nauką autonomiczną. Wydaje się, że tak właśnie patrząc na matematykę i matematyków tego okresu można wyjaśnić, niektóre, nie wyjaśnione dotąd szczegóły z dziedziny twórczości matematycznej Kopernika.

* *

*

Kopernik pozostawił trzy dziesiętne tablice funkcji trygonometrycznych¹⁶. Postaram się je tu rozpatrzeć po pierwsze w związku z wspomnianym zagadnieniem rozwoju matematyki jako nauki autonomicznej, co łączy się z rozstrzygnięciem na korzyść Kopernika kwestionowanego autorstwa jednej z jego tablic, po drugie w związku z odkrytymi tablicami dziesiętnymi Bianchiniego, co pozwala lepiej widzieć miejsce Kopernika wśród współczesnych mu geometrów.

Niesłusznie kwestionuje się w literaturze autorstwo Kopernika tablic sinusów dla $R = 10^6$, podających argumenty rosnące co minutę. Tablice te zostały skonstruowane w sposób dobrze znany ze współczesnej nam praktyki, to znaczy dostosowane do tego, by łatwo odnajdywać w nich zarówno wartości sinusa jak cosinusa (sposób ten zresztą był stosowany już przez Bianchiniego w połowie XV wieku). Wydawcą tablic oraz *Trygonometrii* Kopernika, której towarzyszą był Jerzy Joachim Rhetyk. Także Rhetyk napisał przedmowę, w której między innymi podkreśla niezależność Kopernika od *De triangulis* Regiomontana. Całość publikacji ma charakter jednolity. Wstęp ustala stosunek Kopernika do poprzedników, część pierwsza daje podstawy teoretyczne obliczania tablic trygonometrycznych sinusów, część druga — obliczone tablice. Jednolitość dziełka dotyczy także wzajemnego stosunku obu części. W części pierwszej Kopernik podaje dla exemplifikacji rozważań

¹⁶ Tablica sinusów (Kopernik zamiast nazwy „sinus” używa nazwy „połowa cięciwy podwójnego łuku”) obliczona dla $R = 10^5$, interwały $10'$, opublikowana w *De revolutionibus*, ks. I, r. 12, w wydaniu fototypicznym folia 15v — 19r: Nicolai Copernici: *De revolutionibus*. Codicis propria auctoris manu scripti imago phototypa. Ed. P. Czartoryski. Varsaviae-Cracoviae 1973. Por. komentarz do tłumaczenia polskiego. Mikołaj Kopernik: *O obrotach*. Tłum. S. Oświecimski. J. Dobrzycki: *Komentarz* ks. I rozdz. 12-ks. VI Warszawa-Kraków 1976, s. 361. Tablice sinusów dla $R = 10^6$ i interwałów jednej minuty opublikowane w Kopernika *De lateribus et angulis triangolorum* [...] w roku 1542 oraz zachowana w autografie, podobnie jak tablica z *De revolutionibus*, tablica funkcji secans dla $R = 10^4$. Por. E. Stamm. *La géométrie de Nicolas Copernic*. La Pologne au VII^e Congrès International des Sciences Historiques tenu à Varsovie en 1933. T. II Warszawa 1933 s. 155—174. Tłumaczenie polskie tej publikacji por. „Wiadomości Matematyczne” T. 37: 1934.

teoretycznych te same dane liczbowe, które są następnie podstawą dla wyliczenia tablicy w części drugiej; i tu, i tam, jest mowa o średnicy równej 2000000, to znaczy o promieniu $R = 10^6$.

Raczej Rhetykowi niż Kopernikowi przypisuje te tablice zarówno E. Stamm, jak M. C. Zeller. E. Stamm nie podaje innych argumentów ponad to, że Kopernik wprawdzie musiał znać funkcję cosinusa, ale o niej nie wspomina w rozważaniach teoretycznych (podczas gdy układ tablicy wyraźnie te funkcje eksponuje na równi z funkcją sinus). Nie używał też Kopernik cosinusów w obliczeniach¹⁷. Mary C. Zeller natomiast na jednej stronie swej pracy przypisuje te tablice Kopernikowi, a na następnej stronie Rhetykowi, bez podania żadnej argumentacji¹⁸. Oboje autorzy mylnie podają, choć M. C. Zeller nie we wszystkich przypadkach, że tablica wyliczona jest dla $R = 10^7$. Błędy te powtórzyły się w następnych opracowaniach.

Nie budziły żadnych zastrzeżeń od strony autorstwa dwie pozostałe tablice funkcji trygonometrycznych obliczone przez Kopernika, to znaczy tablice sinusów opublikowane w *De revolutionibus*, ks. I, rozdz. 12 wyliczone dla $R = 10^5$ oraz interwałów $10'$ i zachowana w autografie tablica secansów dla $R = 10^4$, pierwsza znana w Europie tablica tej funkcji (NB także, o ile wiadomo, nie stosowanej przez Kopernika w obliczeniach).

Kopernikaniści poszukiwali — dla wszystkich trzech z wymienionych wyżej tablic — wzorów, z których Kopernik mógł ewentualnie czerpać¹⁹. Chodziło tu przede wszystkim o kwestię przejścia od rachunku sześćdziesiątego do dziesiątego. Sprawę pozostawiono otwartą, brano jednak pod uwagę Regiomontana, te jego działa²⁰, które ukazały się drukiem jeszcze w XV wieku. Ma to mniejsze znaczenie w przypadku tablicy tangensów (*Tabula fecunda*),

¹⁷ Jw. s. 156.

¹⁸ Zeller, dz. cyt. s. 45 i s. 46 (Wypowiedź M. C. Zeller znajdująca się na s. 46, może oznaczać interwencję czysto redakcyjną Rhetyka, chociaż nie jest to jasne). Dodajmy nawiasem, że znaczna część dzieł autorów XV i XVI-wiecznych pozostaje trudna do zidentyfikowania, chociaż w Krakowie, na przykład, stosowano specjalną manierę pisarską, polegającą na zawieraniu imienia autora w tekście pierwszego zdania rozpoczynającego traktat. Kryptonim zastosował Wojciech (Albert) z Brudzewa: *Animus literarum bonarum eruditus rationobus tamen vi sue mentis acieque gradus in statu tocius remisso...* (ms BN 7350 f. 137v i in.). Andrzej Grzymała z Poznania: *Gloriosus reor zonas intueri mundiales a limitibus altis divino afflatu in vere officinam mundi inferioris radiantes e quibus...* (BJ 1851 p. 71), niejaki Paulus: *Pneumatis auxilio valeam laborare vocato sit...* (BJ 2483 p. 1). Szymon: *Sciencia ipsa me ostendente nativitatum...* (BJ 1862 p. 81), Urbanus de Polje (Czech?): *Validis rogantibus benigno ac nerionate (?) vegetatus supliciter desprecior ens primum omnia lunes innati inertia existencia...* (BJ 1860 f. 232r). Kryptonim znajdujemy także w jednym z traktatów Jana z Głogowa: *Recte astrorum doctores omnes motus in almanach signatos a meridie incipiunt omnesque ad meridiem calculant...*

¹⁹ E. Rosen: *Nicholas Copernicus. On the Resolutions*. Ed. by Jerzy Dobrzycki. Transl. and Commentary by Edward Rosen, Warsaw-Cracow 1978, s. 363: "Copernican scholars have not yet discovered what model, if any, Copernicus followed in transforming Ptolemy's sexagesimal Table of Chords into an early form of the modern Table of Natural Sines".

²⁰ E. Rosen, dz. cyt., E. Stamm, dz. cyt.

wydanej po raz pierwszy w 1490 roku razem z tablicami ruchu planet (*Tabule directionum profectionumque*)²¹. W przypadku jednak dziesiątej tablicy sinusów nie należałoby przeoczyć faktu, że ogłoszona drukiem w 1533 roku „wielka” tablica sinusów Regiomontana, obliczona dla $R = 10^7$ i minutowych interwałów, dostępna była w Krakowie w rękopisie na kilka dziesiątków lat przed jej opublikowaniem, stanowiąc własność jednego z krakowskich znajomych Kopernika, wspomnianego wyżej Mikołaja z Wieliczki²².

Jednak poza tablicami trygonometrycznymi Regiomontana znane były w Krakowie od około roku 1468, a więc jeszcze za życia ich autora, tablice dziesiąte funkcji trygonometrycznych Giovanniego Bianchiniego, wchodzące w skład zespołu tablic nazwanego przez Bianchiniego *Tabule magistrales*. Z nich to mógł Kopernik zacerpnąć pomysł zredagowania swych tablic trygonometrycznych w ten sposób, że podał argumenty funkcji dla ćwiartki koła rosnące co $10'$, a w przypadku funkcji sinusów odpowiednio wyeksponował wartości cosinusów. To samo dotyczy sprawy istotniejszej, to znaczy przyjęcia za podstawę obliczeń $R = 10^n$.

* *
*

Zespół tablic podstawowych — *Tabule magistrales* — zachował się w Krakowie w dwu egzemplarzach. Rękopis BJ 556 zawiera osiem tablic²³, a rękopis BJ 606 sześć pierwszych tablic²⁴. W obu tych kodeksach znajdują się dziesiąte tablice tangensa i cosecansa. Tablice sześćdziesiąte sinusa, cosinusa i contangensa (*Tabula umbre*) zachowały się w jednym odpisie, w kodeksie BJ 556²⁵. Wspólną cechą zewnętrzną wszystkich tablic trygonometrycznych, obliczonych przez Bianchiniego, jest podawanie wartości liczbowych w interwałach co $10'$. Tablice dziesiąte tangensa i cosecansa wyliczone są dla $R = 10^3$ i $R = 10^4$. Pozostałe tablice dla $R = 60 \cdot 10^2$ i $60 \cdot 10^3$.
A. Tablica dziesiątej funkcji tangens.

Tytuł: *Tablica podstawowa czwarta. Iloraz sinusa pierwszego poszczególnych*

²¹ *Tabula fecunda* dostępna była w Krakowie być może jeszcze w roku jej powstania, to znaczy w 1467. W Bibliotece Jagiellońskiej zachowana jest w siedmiu kopiach rękopiśmiennych. Por. G. Rosińska, *L'audience de Regiomontanus*, s. 327—328.

²² BJ 606 f. 171v — 180 r.

²³ Rękopis BJ 556 został skopiowany w Rzymie przez dwóch skrybów, Franciszka Quatuor e Castris i Oriusa (Gregoriusa) de Villanova. Orius, czyli Grzegorz z Nowej Wsi, alias z Krakowa, skończył kopiować jedną z części rękopisu 25 czerwca 1468 roku. Badania kodeksu wykazują, że pozostałe części pochodzą w przybliżeniu z tego samego okresu. Rękopis powstał prawdopodobnie dla Grzegorza z Nowej Wsi (znanego także jako Grzegorz z Krakowa albo Grzegorz Polak), astrologa i astronoma papieża Pawła II. W kodeksie znajduje się tablica położenia gwiazd stałych przeliczona przez Grzegorza dla roku 1464. Kodeks pojawił się prawdopodobnie w Krakowie wraz z powrotem Grzegorza do Polski. *Tabule magistrales* znajdują się na foliach 48r—54v i 93r.

²⁴ BJ 606 f. 62r—69r.

²⁵ BJ 556 f. 57v—58v i 47r—47v.

stopni czwartej części koła przez sinus drugi < consinus > ²⁶. Ze sformułowania tytułu wynika, że punktem wyjścia dla Bianchiniego były nieodnalezione do dziś tablice dziesiętne funkcji sinus i cosinus obliczone dla $R = 10^3$. Oto struktura tablicy Bianchiniego. Dla przykładu przy tej tablicy i następnych podaję ich fragmenty końcowe.

linea numeri arcus		numerus	equacio adde	
g	m		numerus	minuta
89	0	572980	11423	6
	10	687216	17232	6
	20	859542	28545	8
	30	1145000	57457	9
	40	1729170	170168	1
	50	3420851	342942	1
90	0			

Zwróćmy przy tym uwagę, że Regiomontanowa tablica dziesiętna tangensów, tak zwana *Tabula fecunda*, pochodząca z zespołu *Tabule directionum projectionumque* z 1467 roku, uznawana w historii matematyki za pierwszą tego rodzaju tablicę stosowaną w Europie, jest wprawdzie obliczona dla $R = 10^5$, ale tylko dla interwałów równych 1° . Jak wynika z korespondencji (por. przypis 14) Bianchiniego z Regiomontanem Regiomontan znał, a w każdym razie mógł znać, tablice Bianchiniego. Sam Bianchini zasignalizował mu, gdzie w Wenecji mógłby ewentualnie tablice pożyczyć i przejrzeć, jeśli się okazało, że dotychczas nie miał ich w rękę.

B. Tablica dziesiętna funkcji cosecans.

Tablica ta nie jest opatrzona specjalnym tytułem, poza tym, że jest znana jako *Tabula magistralis quinta*²⁷. Podaje ona wartości $\text{cosec } \alpha = \frac{1}{\sin \alpha}$

linea numeri arcus		numerus	equacio adde	
g	m		numerus	minuta
89	0	10001	0	0
	10	10001		
	20	10001		
	30	10000		
	40	10000		
	50	10000		
90	0	10000		

²⁶ BJ 556 f. 52r—52v i BJ 606 f. 65v—66v.

²⁷ BJ 556 f. 53r—53v i BJ f. 66v—67v.

C. Tablica sześćdziesiąta sinusa i cosinusa.

Jest to tablica wyliczona przez Bianchiniego dla $R = 60 \cdot 10^3$ znana była A. von Braunmühlowi²⁸. W rękopisie BJ 556 zatytułowana jest następująco: *Tabula sinus secundum Iohannem Blanchinum*. Tablica skonstruowana jest w ten sposób, że bez trudu odnajduje się wartość sinusa i cosinusa i ta czysto zewnętrzna sprawa układu danych daje jej przewagę nad podobnymi tablicami wyliczonymi przez Peurbacha i Regiomontana. Natomiast co do interwałów, to w tablicy Bianchiniego wynoszą one 10', u Peurbacha 5', a u Regiomontana 1'. Ponadto Regiomontanowa tablica sinusów wyliczona jest dla $R = 60 \cdot 10^5$.

g	arcus 10	sinus primus	equacio adde		sinus secundus	equacio minue	
0	10	175	17	5	60000	0	1
	20	349			59999		
	30	524			59998	0	2
	40	698			59996		
	50	873			59994	0	3
1	0	1048			59991	0	4

D. Tabula umbre <extense>.

W tym samym kodeksie, BJ 556, znajduje się *Tabula umbre secundum Iohannem Blanchinum*, czyli tablica cotangensa, obliczona dla gnomonu równego 12 000. Tak jak pozostałe tablice podaje ona wartości dla interwałów 10', natomiast w odróżnieniu od innych tablic rozpoczyna ją wartość podana dla 1'.

g	m	umbra	umbre equacio
89	0	217	4
	10	185	
	20	145	
	30	109	
	40	73	
	50	36	
90	0	0	4

* *

*

Wśród uczonych XV wieku — podkreślmy — włoskiego XV wieku — stanowi Bianchini pewne *curiosum*. Jego twórczość naukowa, tablice funkcji trygonometrycznych i tablice astronomiczne (te ostatnie są także tablicami

²⁸ Por. A. von Braunmühl, dz. cyt. s. 120 przypis 1 oraz G. Tiraboschi *Storia della letteratura Italiana*. 1783. T. VI dall'anno MCCCC fino all'anno MD, liber II c. XXXII, p. 344—345.

trygonometrycznymi, ale przedstawiają zależności matematyczne w układzie ciał niebieskich we wszechświecie w oparciu o podstawowe dane wynikające z obserwacji tych ciał oraz reguły posługiwania się tymi tablicami) stanowią klasyczny zespół charakteryzujący działalność wszystkich znaczących astronomów od Ptolemeusza, poprzez astronomów arabskich, do Kopernika. W Europie ta forma twórczości związana była z uniwersyteckim uprawianiem astronomii. Wystarczy wymienić działających w XIV wieku Jana z Lignères i Jana Danco z Saksonii w środowisku Uniwersytetu Paryskiego i Ryszarda Wallingford z Merton College w Oxfordzie, a w XV wieku Regimontana, a zwłaszcza jego poprzednika Peurbacha w Uniwersytecie Wiedeńskim oraz Marcina Króla z Żurawicy i Wojciecha z Brudzewa w Uniwersytecie Krakowskim.

Także dzieło Bianchiniego, *Flores Almagesti*, obejmujące trygonometrię, arytmetykę i algebrę, rozważania z zakresu astronomii poparte własnymi obserwacjami astronomicznymi oraz opisy instrumentów astronomicznych, jest czymś w rodzaju scholastycznej „summy” wiedzy na dany temat. Paradoks polega na tym, że owa twórczość, w pełni scholastyczna, uniwersytecka, dokonała się w kraju, w którym w XV wieku środowisko uniwersyteckie w znaczeniu scholastycznym nieomal nie istnieje, a w każdym razie nie ma większego znaczenia dla rozwoju nauk ścisłych. Bianchini bodajże nie ma w Italii współczesnego sobie uczonego, uprawiającego naukę w tym stylu. Biaggio Pelachani da Parma — optyk — i Prosdocimo de Beldomandi — astronom umierają w pierwszej ćwierci XV wieku, a uczoney boloński, Giovanni de Fundis, wyręcza się w uniwersyteckich wykładach matematyki i astronomii Marcinem Królem z Żurawicy. W przypadku Bianchiniego jest to także scholastyka, uprawiana jednak przede wszystkim poza uniwersytetem czy akademią chociaż ponoć działał sporadycznie na uniwersytecie w Ferrarze, przez człowieka żonatego i głowę licznej rodziny, związanego karierą urzędniczą z dworem książęcym d'Este. Nie znane są „pozaastronomiczne” poglądy Bianchiniego, w każdym razie te zewnętrzne okoliczności czynią z Bianchiniego — scholastyka człowieka renesansu, pozostającego w podobnej sytuacji społecznej jak Michał Anioł i Leonardo da Vinci. Z tą wszakże różnicą, że miał on większe szczęście do patronów; przez długie lata pozostał przy rodzinie d'Este (1427—1457). Ale pełnił też funkcję użyteczną w swej prozaiczności ponad wszelką wątpliwość. Ten wybitny matematyk i biegły rachmistrz był „prokuratorem” albo „faktorem”, kimś w rodzaju głównego księgowego i zarazem głównego dostawcy dworu w Ferrarze. Bianchini został nobilitowany w 1452 roku przez imperatora Fryderyka III. Ważna jest miniatura, która przedstawia to wydarzenie i podaje datę. Jest to bowiem zarazem data dedykowania Fryderykowi III Bianchiniego *Tablic ruchów planet* wraz z kanonami.

Jeśli po Bianchinim nie całkiem ślad zaginął dzięki biografom XVIII wieku i dzięki edycji jego korespondencji z Regimontanem przez M. Curtzego, to w ujawnieniu wagi naukowej tego matematyka nie małe znaczenie miały

badania Ludwika Antoniego Birkenmajera — prowadzone w matematycznych i astronomicznych zbiorach krakowskich z XV wieku, zachowanych w Bibliotece Jagiellońskiej²⁹. Właśnie L. A. Birkenmajer zasygnalizował istnienie egzemplarza *Flores Almagesti* w sytuacji, gdy dzieło to uważano za pozycję zaginioną. Krakowska kopia *Flores Almagesti*, obecnie jedna z czterech znanych, wyjątkowo wartościowa, bo kompletna, czytelna, opatrzona figurami geometrycznymi, została poddana przez Birkenmajera analizie, a jej zawartość skomentowana i poddana krytycznej ocenie. Obecnie, dzięki lepszej znajomości źródeł z XV wieku, wnioski wysnute przez Birkenmajera wymagają uzupełnień. Nie zmienia to jednak faktu, że publikacja Birkenmajera jest dotąd jedyną próbą oceny *Flores Almagesti* z matematycznego punktu widzenia. Dzięki wieloletnim pracom badawczym Lynna Thorndike'a dysponujemy obecnie bardzo obszernym³⁰, uzupełnionym w zakresie bibliotek włoskich przez P. O. Kristellera³¹, niemal wyczerpującym wykazem dzieł Bianchiniego w bibliotekach Włoch, w Bibliothèque Nationale w Paryżu i w Bodleian Library w Oxfordzie. Rozpowszechnienie dzieł Bianchiniego w Europie świadczy, że był on uczonym przez współczesnych docenianym.

Rekonesans, jaki mogłam przeprowadzić w rękopisach Österreichische Nationalbibliothek we Wiedniu w roku 1976, potwierdził dość oczywistą hipotezę, że w tym przodującym w XV wieku ośrodku nauk ścisłych, pozostającym w ciągłym kontakcie z Włochami, należy oczekiwać odpisów, eskerptów, przeróbek dzieł Bianchiniego i komentarzy do nich.

Także dość szczegółowe badania rękopisów matematycznych i astronomicznych, które podjęłam w roku 1980 w bibliotekach Drezna, Lipska, Jeny i Erfurtu, potwierdzają popularność dzieł Bianchiniego w niemieckich ośrodkach uniwersyteckich. Ponadto nazwisko Bianchiniego pojawia się w zachowanych glosach i komentarzach do obowiązujących wówczas podręczników, można więc mniemać, że znajomość Bianchiniego we wschodnich i środkowych Niemczech była bardziej gruntowna niż to wynikałoby z zachowanych niekiedy tylko fragmentarycznie jego tablic i canones tabularum.

Dzieła Bianchiniego, a także ich fragmenty i przeróbki zachowane w rękopisach krakowskich, w Bibliotece Jagiellońskiej oraz w rękopisach krakowskich zachowanych w niektórych bibliotekach poza Polską, ujęłam w *Repertorium traktatów i tablic astronomicznych znanych w Krakowie od XIV do XVI w.* — przeznaczonym dla Studia Copernicana³².

²⁹ Por. przypis 10.

³⁰ Por. Thorndike przypis 1 i 6 oraz L. Thorndike: *Giovanni Bianchini in Italian Manuscripts*. „Scripta Mathematica” 1953 T. 19 s. 5—17; L. Thorndike: *Notes on Some Less Familiar British Astronomical and Astrological Manuscripts*. „Journal of the Warburg and Courtauld Institutes” T. 22: 1959 s. 171.

³¹ P. O. Kristeller: *Iter Italicum*. T. I—II London—Leiden 1963, 1967.

³² G. Rosińska: *L'école astronomique de Cracovie la révolution copernicienne*. XXXI Semaine de synthèse, 1—7 Juin 1973 Avant, avec, après Copernic, Paris 1975 s. 89—92; G. Rosińska: *Scientific Writings and Astronomical Tables in Cracow. A Census of Manuscripts Sources from XIVth—XVIth Centuries*. Studia Copernicana T. XXII (w druku).

*

Już w trakcie opracowywania tego artykułu, porównując tablice astronomiczne Bianchiniego z lat ok. 1456, przepisane w Rzymie ok. 1464 (rps BJ 556), z *Tabula directionum* Regiomontana 1467 doszłam do następujących wniosków: 1. Regiomontana *Tabula ascensionum rectorum* jest niemal dokładną kopią, z pominięciem rubryki *equacio dierum*, tablicy Bianchiniego z 1456 roku (rps BJ 556 f. 66r—92v). 2. Bianchiniego tablice *Ascensiones signorum in circulo obliquo* dla szerokości geograficznych od 35° do 54° zostały przez Regiomontana „rozpisane” na dwa rodzaje tablic: *Tabula ascensionum obliquarum* i *Tabule celi mediacionum*. 3. Obszerny zespół *Tabule declinationum*, otwierający dzieło Regiomontana, jest podobny i w strukturze i w danych liczbowych do Bianchiniego *Tabule declinations* (rps BJ 556 f. 60r—61v), a Regiomontana *Tabula declinationis generalis* jest dokładną kopią Bianchiniego *Tabula novissima declinationis ecliptice per arcum*.

Recenzent: Paweł Czarторыcki

Г. Росинска

ГИОВАННИ БЯНЧИНИ — МАТЕМАТИК И АСТРОНОМ XV В.

Статья посвящается, в основном, математическим трудам Г. Бяччини. Автор обсуждает его таблицы тригонометрических функций (синус, косинус, тангенс, котангенс, косеканс) и возможность влияния идей Бяччини на труды Н. Коперника. Кроме того, доказывается зависимость *Tabule directionum* Региомонтануса от астрономических таблиц Бяччини.

G. Rosińska

GIOVANNI BIANCHINI: FIFTEENTH-CENTURY MATHEMATICIAN AND ASTRONOMER

The paper considers Bianchini's sexagesimal as well as his decimal tables of trigonometrical function (sinus, cosinus, tangent, cotangent, cosecans) in connection with Copernicus' trigonometrical tables. Furthermore the dependence of Regiomontanus *Tabule directionum* on Bianchini's astronomical tables is proved.

