



ERATOSTENES

(od r. 275 do 195 p. n. e.)

Eratostenes badacz grecki znany jest jako: geograf, astronom, geometra*, filozof i poeta. Pochodził on z Cyrenajki. Był kierownikiem Biblioteki Aleksandryjskiej i działał wiele dla rozwoju geografii antycznej. Sam termin „geografia” spotykamy po raz pierwszy u niego w miejsce używanych poprzednio określeń *periodos*, *periplus* i *periegesis*. Wprawdzie terminu „geografia” używa on w zakresie ograniczonym odnosząc go tylko do rysunkowego przedstawienia Ziemi. Dopiero później w Bizancjum określenie „geografia” nabrało znaczenia „naukowego opisu ziemi”. Eratostenes jest twórcą geografii matematycznej. Zmierzył on nachylenie ekliptyki i określił jego wielkość równającą się $23^{\circ} 51' 19,5''$ (Ptolemeusz w *Almageście* zaokrąglą tę wartość do $23^{\circ} 51' 20''$). Eratostenes pomiarem tym posłużył się i w innym, trudniejszym zamierzeniu, a mianowicie przy próbie obliczenia wielkości Ziemi. Wynik do jakiego doszedł Eratostenes dotrwał do naszych czasów dzięki opisaniu go przez jednego z greckich astronomów** w swojej pracy *Ruch kolisty sklepienia niebieskiego*.

Eratostenes dokonywał swych pomiarów przyrządem do mierzenia czasu, używanym w Aleksandrii, zwanym po grecku „skafe” (*σχάφη*), co oznacza czasę, czyli wydrążoną półkulę. Przyrząd ten składał się z półkuli pochylej z koleczkiem w środku, przymocowanym prostopadłe do stycznej punktu środkowego. Koleczek w dzień słoneczny rzuca cień na wewnętrzną powierzchnię przyrządu i według długości cienia można odczytać czas. Na podstawie pomiarów cienia sporządził Eratostenes swoje obliczenia.

Eratostenes wiedział, że w czasie letniego stanowiska Słońca promienie słoneczne docierają w południe w Syene do dna najgłębszych studzien, co oznacza, że Słońce w tym momencie jest w zenicie, a koleczek w skafe i gnomon nie rzucają cienia. Równocześnie w Aleksandrii gnomon rzuca cień i Eratostenes obserwował jego długość sądząc przy tym, że Aleksandria i Syene leżą na tym samym południku.

Następnie Eratostenes rozumuje w ten sposób, że: jeżeli określili się stosunek długości cienia do wielkiego koła w przyrządzie skafe, to musi on odpowiadać stosunkowi łuku południka pomiędzy Syene, a Aleksandrią do wielkiego koła południkowego Ziemi. Eratostenes określił ten stosunek jako $\frac{1}{50}$. Poglądowym zobrazowaniem przytoczonego rozumowania jest rycina 4.

* Raczej jako geodeta (przyp. red.).

** Według M. S. Bodnarskiego nazwisko jego brzmiało „Kleolod”, należy jednak przypuszczać, że był to znany „Kleomedes” (przyp. red.).

[Kola współśrodkowe oznaczają: $T T$ — półkulę ziemską, a $C C$ — niebieską w przekroju idącym wzdłuż południka (w płaszczyźnie strony w książce); punkt O ma oznaczać środek świata (nieba i Ziemi), linia $E E$ równik, punkt Sy — Syene, punkt Al — Aleksandrię, punkt S — Słońce, linie $Sy S$ i $Al S$ — kierunek promieni słonecznych w południe 21 czerwca (promienie są równoległe ze względu na prawie nieskończoną odległość Ziemi od Słońca), linie $O Sy$ i $O Al$ — promienie Ziemi, Gn — gnomon, Sk — skafe. Kątowi α (α), utworzonemu przez promień słoneczny i przez przedłużenie promienia Ziemi (koleczek przyrządu skafe), odpowiada łuk, pokryty cieniem w wewnętrznej stronie skafe, a kątowi β (β), ujętemu w dwa promienie ziemskie, odpowiada łuk południka między Syene i Aleksandrią; kąty α β są sobie równe, jako naprzemianległe, wobec czego wielkości odpowiadających im łuków, wyrażone w stopniach, są także równe. Dlatego też, jeżeli długość cienia od koleczka począwszy równa się $\frac{1}{50}$ części pełnego koła skafe, to i łuk południka zawarty między Syene i Aleksandrią równa się także $\frac{1}{50}$ części długości całego południkowego koła Ziemi. Ponieważ odległość pomiędzy tymi miastami wynosi 5000 stadiów, wobec tego cały obwód kuli ziemskiej będzie się równał 5000 razy 50, to jest 250 000 stadiów. Eratostenes zdawał sobie sprawę z niedoskonałości swych obliczeń i wynik ich uważał tylko za przybliżony. Później dodał on 2000 stadiów do 250 000 w celu uzyskania podzielności tej liczby przez 360 (znany mu bowiem już był podział babiloński koła na 360 stopni). 252 000 razy 157,5 (długość stadium greckiego w metrach) równa się 39 690 km. W ten sposób otrzymał liczbę prawie że równającą się tej, którą przyjmujemy w dzisiejszych czasach jako długość wielkiego koła Ziemi.

Dlatego też 1° południka równa się $\frac{36\ 690}{360}$, to jest 110,25 km.

Metoda Eratostenesa była zupełnie trafna, lecz oparta na danych niezbyt dokładnych:

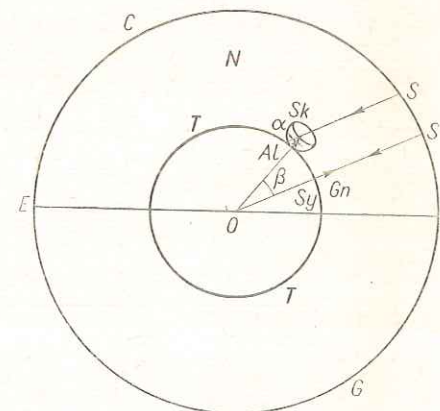
1. Skafe jako instrument do pomiaru kątów, a równocześnie jako chronometr, okazała się przyrządem bardzo niedokładnym.

2. Odległości mierzono za pomocą czasu przemarszu karawany, co było bardzo niecisłym pomiarem drogi odbytej.

3. Przypuszczenie, że Aleksandria i Syene leżą na tym samym południku, nie odpowiadało prawdzie (λ Aleksandrii równa się $29^{\circ} 51'$ dl. w., a Syene równa się $32^{\circ} 58'$ dl. w.).

4. Przypuszczenie, że Syene leży dokładnie pod zwrotnikiem Raka też jest niecisłe (φ Syene równa się $24^{\circ} 7'$ szer. pn.).

Bardzo istotną zasługą Eratostenesa było również wykonanie mapy geograficznej zasiedlonego obszaru kuli ziemskiej, sporządzonej na podstawie nowych, bardziej dokładnych danych. Eratostenes korzystając z Biblioteki Aleksandryjskiej miał możliwość poznania wszelkich wiadomości geograficznych, nagromadzonych w niej w wy-



Ryc. 4. Zobrazowanie pomiarów Eratostenesa.

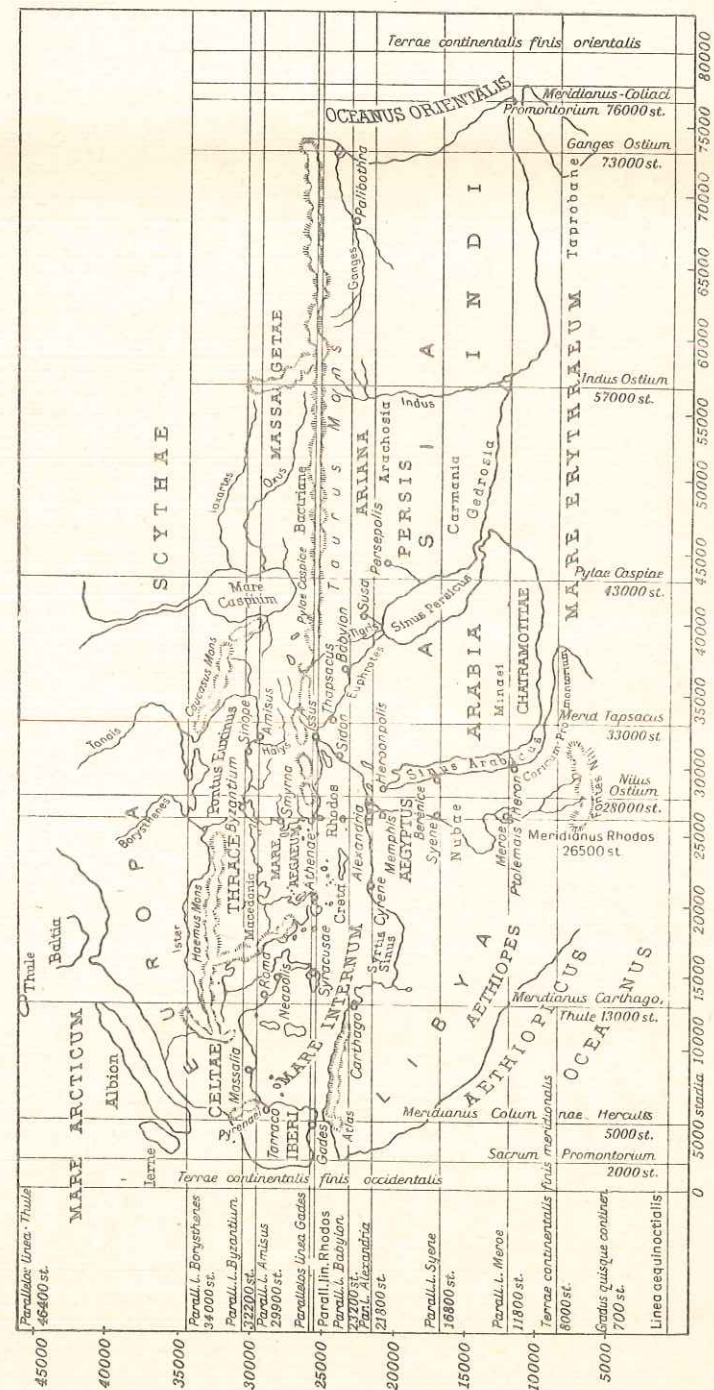
niku wypraw Aleksandra Macedońskiego do Azji, a także i tych, które nadchodziły z różnych krajów za pośrednictwem bardzo wielu greckich żeglarzy i kupców. Na podstawie tych wiadomości można było wyciągnąć przybliżone wnioski o wzajemnym położeniu i o odległości rozmaitych miejscowości, znajdujących się w obrębie znanej wówczas części kuli ziemskiej i orientować je ku pewnej liczbie punktów, określonych drogą astronomiczną co do ich szerokości geograficznej. Natomiast długości geograficznej przy ówczesnym niewystarczającym wyposażeniu w środki naukowe nie określano, a obliczenia szerokości były nader niedokładne.

Eratostenes, podobnie jak jego poprzednik Dikajarch, dzielił Ziemię linią, idącą od Słupów Heraklesa przez Morze Śródziemne do zatoki Issos, i przedłużał ją wzdłuż południowego podnóża azjatyckiego grzbietu gór Taurus, który jak przypuszczano ciągnął się aż do wschodnich krańców Azji. Eratostenes posługiwał się tą linią z tego względu, że wzdłuż niej leżały niektóre punkty określonej już poprzednio szerokości geograficznej. Prostopadle do tej podstawowej linii Eratostenes, znów za przykładem Dikajarcha, przeprowadził linię południkową przechodzącą przez Aleksandrię, Rodos, Bizancjum i ujście Borystenesa. Sądził przy tym, że wszystkie te miejsca leżą na tej samej prostej. Południk ten przecinał się na wyspie Rodos z głównym równoleżnikiem. Na południe od Aleksandrii linia ta przechodziła przez Meroe, przecinała Nil i kraj Sembrinów, najbardziej odległego ludu, jaki wówczas był tam znany.

Eratostenes nie poprzestął na tym i poza dwiema wymienionymi liniami, przeprowadził jeszcze siedem równoleżników i siedem południków przez znane mu punkty, lecz w odstępach niejednakowych jeden od drugiego. Ogółem Eratostenes umieścił na swej mapie osiem równoleżników i tyleż południków. W ten sposób, on pierwszy wskazał na możliwość i konieczność konstruowania map na podstawie siatki geograficznej. Jako południk początkowy przyjmował Eratostenes linię — Meroe, Aleksandria, Rodos, Borystenes. I szerokość (φ) i długość (λ) danych miejscowości określano w tych czasach albo miarą liniową (liczba stadiów od południka początkowego), albo liczbą oderwaną, otrzymaną na podstawie obserwacji gnomonu.

Eratostenes stworzył pełny system ziemioznawstwa ogólnego, który opisał w dziele pod tytułem: *Ta geografika*. Załączył do niego mapę znanego wówczas świata, o której była mowa powyżej. W pracy swej oczyścił ziemioznawstwo od mitów i legend, usunął element historyczny wprowadzając na jego miejsce fizyczno-geograficzny. Na mapie Eratostenesa nie mogło być oczywiście Azji Wschodniej i Północnej, jak również Afryki Zachodniej i Południowej w ich rzeczywistym wyglądzie, gdyż wcale o nich nie wiadano. Brak dokładnych danych nie przeszkodził mu zupełnie w trafnym przypuszczeniu, że Ocean Atlantycki łączy się z Indyjskim i że wobec tego Afrykę można opłynąć od południa. Jednakże Morze Kaspjskie uważał błędnie za ogromną zatokę Morza Arktycznego (o szerokości 37 000 stadiów, a długości 112 800 stadiów) i sądził, że można opłynąć Azję dookoła. Według Eratostenesa, szerokość lądu przewyższa długość więcej niż dwukrotnie. Na ogół Eratostenes wyobrażał sobie, że nieznanne przestrzenie, otaczające zewsząd znany świat, są rozległym morzem i dlatego należy go zaliczyć do przedstawicieli tak zwanej „teorii oceanicznej” świata antycznego.

Wybitny astronom grecki Hipparch z Nicei Bityńskiej, żyjący około r. 150 p. n. e., przyzwyczajony do ścisłości matematycznej, wystąpił przeciw Eratostenesowi z powodu nieścisłości, przypuszczeń i omyłek przy zestawieniu geograficznej mapy kuli ziemskiej i napisał specjalny traktat przeciw niemu. W traktacie swym Hipparch uznawał za jedyną naukowo uzasadnioną metodę w sporządzaniu map tylko taką, która oprze się na astronomicznym ustaleniu współrzędnych tych punktów, które na



Ryc. 5. Świat według Eratostenesa.

mapę będą nanoszone. Pod tym względem nie miał on jednak racji, gdyż przybliżone metody kartograficzne stosujemy w praktyce do dnia dzisiejszego i bez nich map nie mielibyśmy wcale. Hipparch próbował sam skonstruować mapę geograficzną świata, jednakże wypadła ona gorzej od mapy Eratostenesa. Morze Śródziemne było na niej, tak jak i na mapie Eratostenesa przedstawione dość dokładnie.

Zamykając się zwartość lądu przyjął Hipparch jako typową i uznał ją za podstawę wszelkich wyobrażeń o ukształtowaniu powierzchni Ziemi. Przekształciło to z gruntu w jego koncepcji także i ogólny obraz Ziemi: miejsce lądu, obmywanego przez wodę dookoła, zajęło u niego morze, znajdujące się w rozległej kotlinie pośród zwartych mas lądowych. Ocean Indyjski, na podobieństwo Morza Śródziemnego został narysowany u Hipparcha jako zamknięty przez ląd: od północy przez wybrzeża Azji Południowej, a od południa przez nieznany jeszcze kontynent. W wyspie Taprobane (Cejlon) był on skłonny widzieć początek owego drugiego lądu, gdzie być może mieszkają antypody. Ten pogląd Hipparcha stał się charakterystyczny dla całej dwóch tysięcy lat poszukiwań ludzkich; już w nim zawarte były podstawy teorii kontynentalnej, jako przeciwwaga dla teorii oceanicznej i początki mitu geograficznego o kontynencie południowym, który odegrał tak wielką rolę w historii geografii. Hipparch wprowadził do nauki terminy „szerokość geograficzna” i „długość geograficzna” oraz babiloński * podział koła na 360 stopni, 60 minut i 60 sekund i wynalazł astrolabie, którą i my, choć z pewnymi udoskonaleniami, posługujemy się do dnia dzisiejszego.

Istnieją wiadomości i o innych dziełach geograficznych Eratostenesa, jak na przykład o jego poemacie *Hermes*, ale żadne z tych dzieł nie zachowało się. Wiemy o nich jedynie z cytat w pracach Pliniusza Starszego, Polibiusza, a zwłaszcza Strabona.

Wyjątki z prac Eratostenesa zebrał B. Ditmar i opublikował je w czasopiśmie *Змелеедение* (XXXI. 4. 1929).

GEOGRAFIA

Księga I

I

- 2, 3 Rozpoczynając traktat o geografii mówi, że wszyscy zaraz na początku mają ambicję ogłaszać swoje wiadomości z tego zakresu. Tak Homer zamieścił w swoich utworach wszystko, czego dowiedział się o Etiopach, o sprawach Egiptu i Libii; a to co dotyczy Grecji i krain sąsiednich wyłożył nawet bardzo drobiazgowo: Thisbę nazywa „bogatą w gołębie”, Haliartos „zasobnym w trawę”, Anhedon „położonym na krańcach”, Lilaję „nad źródłami Kefisosu” i nie rzuca na darmo żadnej przydawki.
- 2, 7 Jak mówi Eratostenes, Homer opowiada jedynie o tym, co bliskie i co istnieje wśród Greków.

* Na s. 95 jest mowa o tym, że już Eratostenes „znał babiloński podział koła na 360 stopni”. Należy wyjaśnić, że Hipparch żył niemal o wiek później, bo od r. 190 do 125 p. n. e. (przyp. red.).

- 2, 14 Homer nie chciał umieścić wędrowki Odyszeusza w znanych miejscach.
- 2, 15 Twierdzi, że szlak tułaczek Odyszeusza da się odkryć wtedy, gdy znajdzie się rymarza, który zeszył szawłok z wiatrami.
- 2, 3 Mówi, że celem poety jest rozrywka, a nie pouczanie.
- 2, 3 Pyta, jaki wpływ na wartości twórcze poety ma znajomość wielu krajów, dowodzenia wojskiem, uprawy roli, sztuki wymowy lub takich rzeczy, jakie niektórzy chcieli mu przypisać.
- 2, 3 Oświadcza, że poezja jest babskim gadaniem, gdyż według jego słów wolno jej zmyślać wszystko, co się tylko wyda odpowiednie dla rozrywki.
- 2, 7 Objasniaczy Homera i samego poetę uznaje za gadułów.
- 2, 12 Tym, którzy twierdzą, że opowiadania o tułaczce Odyszeusza pochodzą z rzeczywistości, a nie z wyobraźni, można udowodnić fałsz chociażby przez to, że są w sprzeczności ze sobą: jedni umieszczają Syreny na Peloriadzie, drudzy — na odległych ponad dwa tysiące stadiów Seirenusach (jest to skała o trzech szczytach, oddzielająca Zatokę Kumejską od Posejdoniackiej).
- 2, 14 Według przypuszczenia Eratostenesa Hezjod dowiedział się, że tułaczka Odyszeusza wiodła wokół Sycylii i Itaki, dał wiarę temu pogładowi i dlatego wspomina nie tylko to, o czym mówi Homer, ale i Etnę, Ortygię, wysepkę koło Syrakuz i Tyreńczyków; tymczasem Homer ani nie znał tych miejsc ani nie chciał umieszczać wędrowki Odyszeusza w znanych miejscach.
- 2, 19 Mógłby ktoś przypuścić — mówi — że Homer zamierzał wprowadzić umieścić wędrowkę Odyszeusza w okolicach zachodnich, lecz odstąpił od rzeczywistości częściowo nie znając jej dokładnie, częściowo nie chcąc jej nawet przedstawiać wiernie, aby podnieść wszystko do większego stopnia grozy i cudowności.
- 2, 19 Twierdzi, że cuda opowiada się przeważnie o krajach odległych ze względu na łatwość zmyślenia.
- 2, 20 Wytyka Homerowi niewiedzę, gdyż zefir wieje od Zachodu i Iberii, Tracja zaś tam nie sięga.
- 2, 22 Homer nie znał nawet ujść Nilu, których jest więcej, ani samej nazwy rzeki; Hezjod zaś znał, bo o tym wspomina.
- 1, 11 Znani są także i ci, którzy poszli w ślady Homera, mężowie znakomici i żłyci z filozofią. Wśród nich Eratostenes wymienia jako dwóch pierwszych po Homerze Anaksymandra, który był uczniem i rodakiem Talesa, oraz Hekatajosa z Miletu. Mówi, że Anaksymander wydał pierwszą tablicę geograficzną. Hekatajos zaś pozostawił pismo, które przypisuje się mu na podstawie innych jego utworów.
- 3, 2 Twierdzi, że nawet w jego czasach nie było jeszcze dokładnych w każdym szczególe wiadomości geograficznych i nakazuje nam nie