

ОБ ЭРАТОСФЕНОВОМ ИСЧИСЛЕНИИ ОКРУЖНОСТИ ЗЕМЛИ И ДЛИНЕ ЭЛЛИНИСТИЧЕСКОЙ СТАДИИ

Оба предмета предлагаемой статьи не новы: об измерении окружности Земли Эратосфеном и о длине стадии в историко-географической литературе можно найти много конкретных сведений и не очень конкретных мнений, ибо и то и другое продолжает интересоваться по крайней мере уже десятое поколение исследователей¹.

Интерес этот обусловлен двумя обстоятельствами. Во-первых, все еще не решен вопрос, с какой же точностью был определен Эратосфеном размер земного шара, хотя все исследователи склоняются к мнению, что точность эта была очень хороша. Во-вторых, так как окружность Земли была выражена Эратосфеном в стадиях, представлялось необходимым знать метрический эквивалент стадии, чтобы решить первый вопрос.

Мы полагаем, однако, что задача о точности вычислений Эратосфена допускает другой путь решения, которое может в свою очередь служить основанием для определения размера стадии. Иными словами, первая и вторая задачи имеют прямую и обратную связь.

Вопрос о длине эллинистической стадии очень важен для исторической географии. «К сожалению, мы не знаем твердо, — пишет Дж. О. Томсон², — чему равнялась его (Эратосфенова. — Л. Ф.) стадия, да и любая стадия, и это досадное сомнение встречается на всем протяжении древней географии и затрудняет ее изучение».

Автор предлагаемой работы пытался подойти к своей теме не предвзято и с некоторых новых сторон.

¹ Вопросы о величине Эратосфеновой стадии посвящены следующие работы: G. C o l u m b a, *Eratostene e la misurazione del meridiano terrestre*, Palermo, 1835; H. B e r g e r, *Die geographische Fragmente des Eratosthenes*, Lpz, 1880 (1964); F. H u l t s c h, *Griechische und Römische Metrologie*, B., 1882², стр. 61 слл.; O. V i e d e b a n t t, *Eratosthenes, Ipparchos, Poseidonios*, «Klio», 14, 1915, стр. 207 слл.; о н ж е, *Poseidonios, Marinos, Ptolemaios*, «Klio», 16, 1920, стр. 94 слл.; A. S t a z i o, *Enciclopedia classica*, т. III, 1, 1959, стр. 555 сл.; F. L e h m a n n - H a u p t, *Stadion*, RE, т. 3, Stuttgart, 1929, стб. 1952 слл.; J. U. P o w e l l, *Collectanea Alexandrina*, Oxf., 1925, стр. 58 слл.

² Дж. О. Т о м с о н, *История древней географии*, М., 1953, стр. 233.

ЭРАТОСФЕН

Эратосфен (276—194 гг. до н. э.) остается примером ученого, достигшего величайших открытий при исключительной простоте средств: «Он достоин прозвища, данного ему его современниками или его учениками, — прозвища «пятиборец»... Мы сказали бы: борец, полный совершенства»³. Если Геродота называют «отцом истории», Гиппарха — «отцом астрономии», то Эратосфен по праву может быть назван «отцом географии».

Родившись в Кирене и получив основы знаний в Александрии, Эратосфен долгие годы провел в Афинах, занимаясь философией, историей, литературоведением, математикой. Он был и поэтом. В сорокалетнем возрасте он был приглашен Птолемеем II в качестве воспитателя наследника египетского престола Птолемея III в Александрию, где возглавил Библиотеку и Мусей.

В этот период Эратосфеном были выполнены угловые измерения тропиков, определены широты Александрии, Родоса и других пунктов, разработаны и применены на практике основы картографии, установлена продолжительность тропического года в 365 $\frac{1}{4}$ дней, наконец, вычислена окружность Земли с точностью, превзойденной лишь в XVII столетии.

К сожалению, о жизни Эратосфена мы знаем мало. Сведения о нем почерпнуты из кратких замечаний древних авторов, но они больше касаются его сочинений⁴. Особенно часто ссылаются на него Страбон⁵. «Лучшее у Страбона, по-видимому, и ведет свое начало от Эратосфена»⁶. Сочинения ученого киренца до нас не дошли, но благодаря ссылкам древних авторов история науки располагает достаточной информацией о его трудах.

ЕГО МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ОКРУЖНОСТИ ЗЕМЛИ

Из сочинения Страбона мы узнаем, что Эратосфен, вполне разделяя мнение своих предшественников (Гикета, Гераклита, Аристарха) о шарообразности Земли, определил ее окружность в 252 000 стадий. Метод его был прост и изящен, как все гениальное, средства — более чем скромные, вполне в духе того времени, результаты — поразительно точные. «Метод Эратосфена заслуживает почетного упоминания в любой истории географии, да и в истории науки вообще»⁷.

Эратосфен знал, что Сиена (египетская Севене, ныне — Асуан) лежит на или почти на тропике, так как в день летнего солнцестояния глубокий колодец в Сиене освещается

³ А. Боннар, Греческая цивилизация, т. 3, М., 1962, стр. 269.

⁴ На русском языке см. беллетризованный биографический очерк А. Б. Дитмара «Родосская параллель» (М., 1965) и статью «Эратосфен» в «Энциклопедическом словаре» Брокгауза и Ефрона, т. 40, СПб, 1904, стр. 947 слл.

Дошедшие отрывки из географических работ Эратосфена см. в кн. Н. Веггер, Die geographische Fragmente des Eratosthenes, Lpz, 1880; Вегнард у, «Eratosthenica», 1822 и др. На русском языке см. Б. П. Дитмар, География Эратосфена, «Землеведение», т. 34, вып. 4, 1929; Томсон, ук. соч., стр. 230—240; К. А. Салыщев, Основы картоведения, М., 1948, стр. 23, рис. 10 (реконструкция карты обитаемой земли по Эратосфену; в третьем издании той же работы этой карты нет); Л. А. Ельницкий, Знания древних о северных странах, М., 1961, стр. 134—145 (обзор географических сведений, карта обитаемой Земли).

⁵ Мы пользовались переводом Г. А. Стратановского: Страбон, География, М.—Л., 1964. Указания на страницы при ссылках на Страбона везде имеют в виду это издание.

⁶ Боннар, ук. соч., т. 3, стр. 269.

⁷ Описание метода см. в указанных работах Б. П. Дитмара, А. Б. Дитмара, Дж. О. Томсона и др. Дж. О. Томсон отмечает, что метод Эратосфена для вычисления окружности Земли подробно описан Клеомедом (II в.н.э.), заимствовавшим много данных у Посидония (ук. соч., стр. 306). Однако и в «Географии» Страбона достаточно ссылок, на основании которых можно составить вполне ясное представление о существовании метода Эратосфена.

до дна, ибо Солнце стоит в зените ⁸. Еще в IV в. до н. э. учеником Аристотеля Эвдемом был определен наклон эклиптики (следовательно, угол между тропиком и экватором) в $\frac{1}{13}$ часть круга, т. е. в 24° . Эратосфен собственными измерениями угла тени на солнечных часах нашел, что меридианная дуга между летним и зимним (северным и южным) тропиками равна $\frac{11}{83}$ частям круга. Это соответствует $47^\circ 42' 40''$, следовательно, широта тропика равна $23^\circ 51' 20''$. Как увидим ниже, эта величина довольно близка к действительной широте тропика в эпоху Эратосфена.

Эратосфен считал, что Солнце находится столь далеко от Земли, что его лучи можно принять за параллельные. Поэтому, если в полдень летнего солнцестояния определить угол тени от стержня сферических солнечных часов ⁹ в Александрии (или в другом месте), то этот угол будет соответствовать разнице в широте между Александрией (или другим местом) и Сиеной, т. е. тропиком. Этот угол был определен им в $\frac{1}{50}$ часть круга ¹⁰. В градусной системе эта величина равна $7^\circ 12'$.

Далее задача состояла в том, чтобы узнать расстояние между Сиеной и Александрией, которые, как считал Эратосфен, лежат почти на одной полуденной линии — на одном меридиане ¹¹. Расстояние между ними он принял округленно за 5000 стадий. Поскольку меридианная дуга Сиена — Александрия оказалась равной $\frac{1}{50}$ части круга, то полный круг должен был составить $5000 \times 50 = 250\,000$ стадий. Однако древние авторы, в том числе Страбон, ссылаясь на Эратосфена, указывают окружность Земли в 252 000 стадий. Существует мнение, что 2000 стадий Эратосфен прибавил впоследствии для удобства целочисленного деления окружности на 60 частей ¹², хотя этому изменению числа может быть дано и другое объяснение. Как бы там ни было, 2000 стадий есть всего лишь 0,8% от указанного числа. Такой деталью, конечно, можно пренебречь, но все же она немаловажна для выяснения точности вычислений Эратосфена.

Много это или мало — 250 000 или 252 000 стадий? Насколько это отличается от действительной окружности Земли? Эти вопросы мы рассмотрим ниже, сейчас же подчеркнем три обстоятельства.

Во-первых, Эратосфен в сущности впервые произвел градусные меридианные измерения — за два тысячелетия до работ Пикара, Кондамина и других геодезистов.

Во-вторых, он также впервые показал своим современникам, как велика окруж-

⁸ Сиена (Асуан) лежит под $24^\circ 05'$ с. ш., т. е. на $38'$ севернее нынешнего положения тропика. Тем не менее глубокий колодец в Сиене вполне может быть освещен до дна солнечными лучами в день летнего солнцестояния, если ширина колодца относится к его глубине хотя бы как 0,011 (тангенс угла $38'$). В эпоху Эратосфена это условие соблюдалось при вдвое меньшем отношении (0,006), так как тропик находился ближе к Сиене (см. ниже).

⁹ Солнечные часы со сферической (вогнутой) поверхностью (скафис), с укрепленным по отвесу стержнем, длина которого равнялась радиусу сферы, были изобретены Аристархом Самосским (310—250 гг. до н. э.).

¹⁰ Простое геометрическое построение убеждает в правильности этого метода. На практике незначительные неточности могут быть вызваны рефракцией. Существо метода состоит в определении широты места по отношению к широте тропика, а его достоинство в том, что все операции производятся в самом определяемом месте, правда, в точно заданный момент времени — в полдень летнего солнцестояния. В это время Солнце находится над тропиком строго в зените, тогда как в определяемом месте полуденная высота Солнца равна разности $90^\circ - \varphi$, где φ — угловая разница в широте между определяемым местом и тропиком.

¹¹ В действительности Александрия расположена западнее Сиены (Асуана) на $3^\circ 05'$ долготы. Возможно (см. ниже), Эратосфен знал о том, что эти пункты не лежат на одной полуденной линии.

¹² Например, Ю. К у л а к о в с к и й, Карта Европейской Сарматии по Штолле-мею, Киев, 1899. Заметим, что Эратосфен измерял углы на скафисе не в шестидесятых, а в произвольных долях круга. Мнение, что 2000 стадий были добавлены им к 250 000 стадиям из соображения удобства целочисленного деления окружности Земли на 360° , нужно исключить: градусное деление круга было введено позднее Гиппархом (190—125 гг. до н. э.). Поскольку Гиппарх заимствовал многое у Эратосфена и подвергал его данные критике и уточнениям, не исключено, конечно, что надбавку в 2000 стадий мог сделать именно он, однако Страбон пишет, что окружность Земли в 252 000 стадий дает сам Эратосфен (стр. 131).

ность земного шара, что она в 50 раз превышает немалое расстояние между Сиеной и Александрией¹³.

Наконец, то, чем воспользовался для этой цели Эратосфен, по нашим понятиям, трудно даже назвать инструментом, ибо что может быть проще полусферы с о стержнем в центре! И тем не менее точность, которой он достиг в определении высот солнца и в конечном итоге размеров Земли, поразительна.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ

На этот счет в литературе приводятся разные, но в сущности не слишком противоречивые данные. Неопределенность объясняется прежде всего тем, что достоверно не известен размер Эратосфеновой стадии, как вообще нет строгого определения величины стадий древних авторов. Соплемея на ряд публикаций, в которых Эратосфеново число так или иначе переводится в метрическую систему.

В одном из курсов астрономии¹⁴ находим, что если принять стадию в 517 футов, то окружность Земли в 252 000 стадий будет соответствовать 39 400 км. К. А. Салищев приравнивает 252 000 стадий к 39 816 км (при стадии в 158 м)¹⁵, однако в третьем издании той же работы он приводит 250 000 стадий к 39 700 км¹⁶. А. Б. Дитмар переводит 252 000 стадий в 39 690 км, замечая, что ошибка в вычислении Эратосфена равна 319 км¹⁷. Это же число приведено и Дж. О. Томсоном, который пишет, что 252 000 стадий равны 39 690 км, если принять «короткую» стадию (см. ниже), тогда как если иметь в виду аттический стадию, то окружность Земли по Эратосфену будет 44 755 км¹⁸. Это уже на 11% больше действительного размера Земли.

Число 39 700 км чаще всего встречается в литературе¹⁹, но есть и другие переводы 252 000 стадий. Так, Дж. Бернал пишет, что окружность Земли, вычисленная Эратосфеном, равна 24 700 милям, и эта величина содержит ошибку в 250 миль²⁰. Бернал, разумеется, имеет в виду не морскую (1852 м), а английскую милю (1609 м), следовательно, речь идет об окружности Земли в 39 742 км и ошибке в 402 км. Сумма этих чисел (40 144 км) на 135 км больше окружности Земли по меридиану и на 68 км — по экватору, следовательно, цифры Бернала неточны²¹. Согласно Боннару, перевод Эрато-

¹³ Первые вычисления окружности Земли были выполнены предшественниками Эратосфена — Эвдоксом Книдским (409—356 гг. до н. э., по разнице высот звезды Канопус в Александрии и Книде и расстоянию между этими пунктами) и Дикеархом из Мессины (IV в. до н. э., по углу между созвездиями Дракона и Рака, находящимися в зените соответственно над Лисимахией и Александрией, и по расстоянию между этими пунктами). Однако их определения (400 000 и 300 000 стадий соответственно) и их методы были менее точными, чем у Эратосфена (Томсон, ук. соч., стр. 174 сл., 224 сл.).

¹⁴ Г. Н. Рессел, Р. С. Дэган, Дж. К. Стюарт, *Астрономия*, т. I, М.—Л., 1934, стр. 96 сл.

¹⁵ Салищев, ук. соч., стр. 22.

¹⁶ К. А. Салищев. Основы картоведения, ч. II, изд. 3, М., 1962, стр. 14.

¹⁷ Дитмар, ук. соч.; автор сравнивает сумму чисел (39690 + 319 = 40009 км), очевидно, с окружностью Земли по меридиану (в эллипсоиде Красовского — 40008,548 км, см. ниже).

¹⁸ Томсон, ук. соч., стр. 234 сл.

¹⁹ Например, «Всемирная история», т. II, М., 1956, стр. 271. В некоторых научно-популярных изданиях допущены грубые ошибки или опечатки. Так, в настольном гидрометеорологическом календаре на 1968 г. («Человек и стихия», Л., 1967, стр. 17) читаем, что «окружность земного шара, измеренная Эратосфеном, оказалась равной 252 тыс. стадиям, или 39 тыс. км, на 576,6 км (!? — Л. Ф.) меньше, чем по современным измерениям». Скорее всего, здесь опечатка: 39 тыс. км вместо 39,5 тыс. км.

²⁰ Дж. Бернал, *Наука в истории общества*, М., 1956, стр. 129.

²¹ В СССР для увязки геодезических сетей приняты элементы референц-эллипсоида Красовского вместо учитывавшегося до 1942 г. эллипсоида Бесселя. Эллипсоид Красовского: большая полуось — 6378,245 км, малая полуось — 6356,863 км, сжатие — 1 : 298,3, длина окружности Земли по экватору — 40075,704 км, по меридиану — 40008,548 км, радиус шара, равнообъемного эллипсоиду, — 6371,110 км, длина окружности этого шара — 40030,958 км (А. А. Изотов, Форма и размеры земли по современным данным. «Труды Центр. научно-исслед. ин-та геодезии, аэрофото-съемки и картографии», вып. 79, М., 1950; «Справочник геодезиста». М., 1936.

сфенова числа в метрическую систему дает 40 050 км²². Если принять во внимание элементы равнообъемного шара, то ошибка Эратосфена составит только +19 км, или около +0,05%, — точность настолько поразительная, что поверить в нее просто нелегко. Число в 40 050 км получается при стадии в 158,9 м. К сожалению, неизвестно, откуда Боннар взял такой масштаб стадии.

Так или иначе, большинство исследователей и комментаторов сходятся на том, что вычисления Эратосфена дали величину окружности Земли, очень близкую к действительной. Однако поскольку масштаб Эратосфеновой стадии не совсем ясен, постольку всегда остается возможность спорить как о точности вычислений самого Эратосфена, так и о надежности перевода 252 000 стадий в метрическую систему современными авторами.

Естественно, возникает вопрос: нельзя ли дать вполне объективную оценку измерениям и вычислениям Эратосфена, не прибегая к переводу стадии в метрическую систему?

УГЛОВЫЕ СРАВНЕНИЯ

Такая возможность открывается в методе относительных сравнений.

В самом деле, выражаем ли мы длину и ширину стола в сантиметрах или, скажем, числом мушинных шагов, отношение между ними для данного стола будет постоянным, разумеется, в пределах какой-то ошибки измерений. Для оценки точности этого отношения не нужно знать ни абсолютную величину сантиметра, ни масштаб «среднего шага» мухи. Точно так же можно обойтись без знания метрического эквивалента стадии, сравнивая несколько дистанций, выраженных в стадиях. То же относится к дистанциям на сфере — дугам, которые могут быть выражены как в линейных, так и в угловых мерах. Отношение двух дуг есть величина постоянная, вне зависимости от системы мер (градусы, радианы, произвольные части круга).

Именно дугowymi сравнениями и воспользуемся. Так, Эратосфен определил разницу в широте между тропиками в $\frac{11}{8}$ частей круга²³, что соответствует 47°42'39",5, или 171759,5 секундам дуги. На 1900 г. разница в широте между тропиками принималась в 23°27'08" × 2 = 168 856". Следовательно, Эратосфен допустил ошибку на

$$\frac{171760 - 168856}{168856} \times 100 = +1,72\%.$$

В действительности же допущенная им неточность была еще меньше. Так как в III в. до н. э. широта тропика была не 23°27'08", а около 23°44', или 85 440"²⁴, то ошибка Эратосфена составляла всего полпроцента:

$$\frac{171760 - 170880}{170880} \times 100 = +0,51\%.$$

В качестве международного референц-эллипсоида в ряде стран принят эллипсоид Хейфорда: большая полуось — 6378,388 км, малая полуось — 6356,912 км (П. Т а р д и и Ж. Л а к л а в е р, Геодезия, М., 1960). Условимся относить наши сравнения к окружности шара, равнообъемного эллипсоиду Красовского, т. е. к 40031 км.

²² Боннар, ук. соч., стр. 268.

²³ Следующим способом: углу меридианной дуги между тропиками соответствует разница полудневных высот Солнца в дни летнего и зимнего солнцестояний в одном и том же месте (рефракцией в низких широтах можно пренебречь), следовательно, разница в широте между тропиками может быть определена по угловой разнице тени на скафисе в указанные дни. Эратосфен провел эти измерения в Александрии.

²⁴ Наклон эклиптики (следовательно, широта тропика) подвержен долгопериодным синусоидальным изменениям приблизительно на 1° в ту и другую стороны от некоторого среднего положения. На 1900 г. он принимался в 23°27'08" и уменьшается ежегодно на 0",4684 (С. Н. Б л а ж к о, Курс сферической астрономии, М., 1954). Около 230 г. до н. э. (время, когда Эратосфен проводил измерения) наклон эклиптики был около 23°43'46".

Далее, широту города Родоса по отношению к северному тропику, к Сиене, Эратосфен определил в $\frac{7}{200}$ частей круга²⁵, т. е. в $12^{\circ}36'$. Разница в широте между Родосом и тропиком сейчас равна $36^{\circ}26' - 23^{\circ}27' = 12^{\circ}59'$, а во времена Эратосфена она была $36^{\circ}26' - 23^{\circ}44' = 12^{\circ}42'$. Следовательно, Эратосфен допустил неточность в 6 минут дуги, или в $-0,79\%$.

Наконец, третье, очень важное, сравнение относится к меридианной дуге Сиена — Александрия, которая послужила Эратосфену базисом для определения размера земного шара. Она была определена им в $\frac{1}{50}$ часть круга, в $7^{\circ}12'$. Действительная разница в широте между Александрийским маяком и Асуаном равна $7^{\circ}07'$, и ошибка в 5 минут дуги соответствует $+1,17\%$. Не известно точно, где находился в Сиене (или ее окрестностях) тот колодец, который освещался до дна в день летнего солнцестояния, и можно ли принимать широту нынешнего Асуана за точную широту Сиены. Если последнюю помещать под $24^{\circ}01'$, а не под $24^{\circ}05'$ (широта Асуана), то выходит, что Эратосфен допустил погрешность в одну минуту дуги, или в $+0,23\%$ ²⁶. Фактически, поскольку речь идет о меридианной дуге между тропиком и Александрией, это сравнение не совсем верно. Следует принимать во внимание действительное положение тропика во времена Эратосфена, под $23^{\circ}44'$, тогда выходит, что Эратосфеном допущена неточность в -16 минут дуги, или в $-3,6\%$ ²⁷.

Таким образом, в трех случаях определения меридианных дуг Эратосфен допускал неточность в пределах $0,5-3,6\%$, причем та дуга, которой он воспользовался в качестве базиса для вычисления окружности Земли (Сиена — Александрия, точнее, тропик — Александрия), определена им либо с ошибкой $+1,17\%$, либо с более значительной — $-3,6\%$. Заманчиво было бы принять для этой дуги минимальную ошибку ($+0,23\%$), вытекающую из возможного положения Сиены под $24^{\circ}01'$ с. ш., но этот вариант, слишком очевидно, формален. Помещая Сиену на тропике, Эратосфен уже допускал неточность по меньшей мере в 17 минут дуги (или даже в 21 минуту дуги). Говоря о Сиене, он имел в виду тропик, и для него меридианная дуга Сиена — Александрия была тем же, что и меридианная дуга тропик — Александрия. Проводить такое отождествление нельзя. Впрочем, как увидим ниже, на результатах вычисления окружности Земли по Александрийскому меридиану сказывается не ошибка в отождествлении Сиены с тропиком, а небольшая неточность в отношении окружности Земли к длине дуги Сиена — Александрия.

СРАВНЕНИЕ МЕРИДИАННЫХ ДИСТАНЦИЙ

Больше данных мы получаем из сравнения меридианных дистанций (дуг). Например, длина меридианной дуги экватор — Сиена, по Эратосфену, равна 16 800 стадий, следовательно, отношение окружности Земли к этой дуге будет $252\ 000 : 16\ 800 = 15,0$. В действительности же отношение окружности Земли к этой дуге (в градусном выражении) есть $360^{\circ} : 24^{\circ}05' = 14,95$. Отсюда ошибка Эратосфена равна:

$$\frac{15,0 - 14,95}{14,95} \times 100 = \pm 0,335\%.$$

Если взять широту Сиены $24^{\circ}01'$, то отношение будет 14,99, и ошибка Эратосфена уменьшится до $+0,067\%$.

В табл. 1 приведены сравнения по семи меридианным дистанциям, длины которых указаны Страбоном со ссылкой на Эратосфена (или на Гиппарха, принимавшего данные Эратосфена). Наименьшую ошибку Эратосфен допустил в определении длины дуги эк-

²⁵ В день летнего солнцестояния угол тени на скафисе в Родосе составлял $\frac{1}{284}$ круга, или в более простом выражении — $\frac{7}{200}$ частей круга.

²⁶ Широта Сиены в $24^{\circ}01'$ указана, например в редакторском примечании 129 к XVII книге Страбона (стр. 833).

²⁷ Широта Александрийского маяка $31^{\circ}12'$ северной, следовательно, дуга между ним и тропиком во времена Эратосфена была равна $31^{\circ}12' - 23^{\circ}44' = 7^{\circ}28'$ вместо $7^{\circ}12'$ (или $\frac{1}{50}$ часть круга) по Эратосфену.

Меридианные дистанции

Меридианные дистанции	А Стадий, по Эратосфену ²⁸	Б Отноше- ние $\frac{252000}{А}$	В Разница в широте, град. мин.	Г Отноше- ние $\frac{360^\circ}{В}$	Д
					Ошибка Эратосфена, $\frac{В-Г}{Г}$ 100%
Экватор — Мерое	11 800	21,4	16,45	21,5	-0,465
Экватор — Сиена	16 800	15,0	24,05	14,95	+0,335
Экватор — Александрия	21 800	11,56	31,12	11,55	+0,0087
Экватор — Родос	25 400	9,92	36,26	9,88	+0,405
Сиена — Александрия	5 000	50,4	7,07	50,6	-0,395
Мерое — Александрия	10 000	25,2	14,27	24,9	+1,205
Александрия — Родос	3 600	70,0	5,14	68,8	+1,745

Пр и м е ч а н и е. Широты пунктов приняты по картам «Атласа мира», М., 1987: Мерое — $16^\circ 45' 26''$, Сиена (Асуан) — $24^\circ 05'$, Александрия (широта маяка) — $31^\circ 12'$, Родос, город — $36^\circ 26'$.

ватор — Александрия (+ 0,087%), наибольшую — для дуги Александрия — Родос +1,75%). В пяти случаях ошибка меньше 0,5%, среднеарифметическая погрешность для всех дуг равна 0,663%, погрешность, скомпенсированная по знакам, около +0,4%³⁰.

Числа угловых и линейных сравнений по меридианным дугам вполне достаточно для объективного суждения о точности Эратосфенова вычисления окружности Земли. Следует ориентироваться, конечно, не на все погрешности и не на среднюю их величину, а только на те из них, которые относятся к дуге Сиена — Александрия, принятой Эратосфеном за базис.

Долина Нила между Сиеной и Александрией была измерена с большой точностью, по-видимому, еще в доптолемееву эпоху³¹. Дистанция Сиена — Александрия была при-

²⁸ Во всех случаях Страбон, ссылаясь на Эратосфена, имеет в виду именно длину меридианных дуг. Для меридианной дуги между параллелями Александрии и Родоса длина получена вычитанием (25 400 — 21 800 = 3600 стадий). Разница в долготе между Сиеной и Александрией, Мерое и Александрией довольно значительна, но в данном случае ею можно пренебречь (подробнее см. ниже).

²⁹ Мерое — город на Ниле в 5000 стадиях южнее Сиены. Описывая Мерое, Страбон (XVII, 1, 2, стр. 726) говорит об острове того же названия, подразумевая под этим обширную область между Нилом и его правым притоком — рекой Атбарой. Размеры этой области — 3000 на 1000 стадий — соответствуют действительным размерам междуречья Нила и Атбары. Такая локализация области Мерое подтверждается ссылкой Страбона (XVII, 11, 3, стр. 757) на то, что над Мерое (т. е. южнее) лежит большое озеро Псебо с населенным островом на нем. Это, несомненно, озеро Таан с островом Дек. Сам город Мерое лежал на правом берегу Нила, в 700 стадиях выше впадения Атбары (Астабора; Страбон, XVII, 1, 2, стр. 726). Это соответствует окрестностям нынешнего Шенди под $16^\circ 45'$ с. ш., значительно выше по течению Нила от современного пункта Мерое, который находится ниже четвертого порога. Обрисовывая положение Мерое-города, Мерое-области и течения Нила, Страбон целиком ссылается на Эратосфена, которому эта часть бассейна Нила была известна, по-видимому, очень подробно.

³⁰ Этими сопоставлениями (табл. 1) сравниваем линейные отношения указанных Эратосфеном меридианных дистанций с их угловыми отношениями, пренебрегая полюсным сжатием Земли вполне намеренно, чтобы не осложнять расчеты и не вводить неизвестного Эратосфену условия (сжатия). Конечно, отношение $252000 : 5000 = 50,4$ (для дуги Сиена — Александрия) можно было бы сравнить с отношением $40008,55 : 792 = 50,5$ (где 4008,55 км — окружность Земли по меридиану в эллипсоиде Красовского, 792 км — длина меридианной дуги Сиена — Александрия) и считать, что ошибка Эратосфена была еще меньше, чем указано в табл. 1 для данного случая (всего 0,2% вместо 0,4), но мы условились отнести наши сравнения к шару, равнообъемному эллипсоиду Красовского (см. прим. 21).

³¹ Томсон пишет (ук. соч., стр. 204), что «Нил имел огромное значение для картографических работ Эратосфена», и далее (ук. соч., стр. 232), что «в стране, в которой давно занимались межеванием, можно было рассчитывать на довольно точную цифру» (расстояния. — Л. Ф.). Землемерные работы в долине Нила достигли особенно большого размаха в эпоху Птолемеев.

нята Эратосфеном за своего рода линейную меру и окружность Земли выражена им в 50 этих мер — величина, вполне достаточная и вполне конкретная, чтобы можно было четко представить себе, как велика Земля в сравнении с длиной пути по Нилу от тропика до дельты.

Из табл. 1 видно, что окружность Земли была приуменьшена Эратосфеном всего на 0,2 этой линейной меры, или на —0,395%. Именно эту ошибку и нужно иметь в виду. В таком случае, приняв Землю за шар с длиной экватора и меридиана по 40 031 км (равнообъемный эллипсоиду Красовского), найдем, что 0,395% равны 148 км, а 252 000 стадий — 39 883 км.

В лучшем варианте (сравнение по дуге экватор — Александрия) погрешность в вычислениях Эратосфена была бы около 35 км (и окружность Земли 40 066 км), в худшем варианте (сравнение по дуге Александрия — Родос) — около 700 км (и окружность Земли около 40 730 км). Однако нет смысла обсуждать все возможные варианты. Достаточно констатировать, что в определении окружности Земли Эратосфен был удивительно близок к истине, допустив ошибку около 0,4% (или около 0,5%, если принять средние данные).

Более точный результат был получен лишь спустя 19 столетий — в 1670 г. Пикаром³².

ДВА МНЕНИЯ О МАСШТАБЕ СТАДИИ

Попытаемся выяснить, действительно ли в метрологии эпохи эллинизма не было унифицированной стадии? В разных пособиях мы находим на этот счет следующие указания (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Величина стадии

Стадии	Длина стадии, м	Стадии	Длина стадии, м
Ассиро-халдейско-персидская	230,4 ³³	Аттическая	177,6—185,2 ^{35,36}
Вавилонская	194 ³³	Римская	184,5—185 ^{35, 33}
Вавилонская и египетская	189 ³⁴	Птолемеева	185 ³³
Азиатская	150—225 ³⁵	Ксенофонтова	150 ³⁴
Египетская системы фараонов	174,5 и 209,4 ³³	Эратосфенова	157,7 ³⁴
Олимпийская	192,3 ³⁵	Геродотова	189 ³⁴

Этот список без труда можно продолжить, и все значения длины стадии уложатся в широкий интервал — от 150 до 230 м или даже от 145 до 240 м. Никакой статистичес-

³² Если принять, что Эратосфен определил окружность Земли в 39 883 км, или округленно в 39,9 тыс. км, то этому будет соответствовать радиус шара около 6350 км. Тогда его данные сравниваются с предшествующими и последующими так:

- IV в. до н. э. — Эвдокс 10 100 км
- IV в. до н. э. — Дикеарх 7600 км
- III в. до н. э. — Эратосфен 6350 км
- I в. до н. э. — Посидоний 4550 км
- XIV в. н. э. — измерения арабов 6420 км
- 1528 г. — Фернель 6330 км
- 1670 г. — Пикар 6372 км
- 1800—1900 гг. — Делаамбр, Вальбек, Эри, Бессель, Таннер, Шуберт, Кларк, Бонсдорф, Слудский, Жданов (большая полуось эллипсоида) 6376—6378 км
- 1900—1940 гг. — Гельмерт, Хейфорд, Мак-Коу, Хейсканен, Красовский (большая полуось эллипсоида) 6378 км

³³ «Большая Советская Энциклопедия», т. 40, стр. 412.

³⁴ «Энциклопедический словарь» Брокгауза и Ефрона, т. 31, СПб., 1901, стр. 398.

³⁵ «Webster's New International Dictionary of the English Language», т. 2, стр. 2450.

³⁶ «Греческие меры» — примечание к «Географии» Страбона, стр. 836; Томсон, ук. соч., стр. 235, на стр. 234 — стадия аттическая, равная 177,8 м.

Т а б л и ц а 3

Длина стадий

Стадия	Век	Число стадий на градус	Длина стадии, м
Геродотова	V в. до н. э.	732	152,0
Ксенофонтон	V—IV »	750	148,5
Неархова	IV »	729	152,5
Эратосфенова	III »	700	159,0
Полибиева	II »	696	159,8
Страбонова	I в. до н. э.— I в. н. э.	700	159,0
Плиниева	I в. н. э.	727	153,0
Аррианова	II »	729	152,5
Павсаниева	II »	707	157,3
	В среднем	719	154,5

кой обработкой невозможно получить достоверное среднее, так как неизвестно, имеется ли в виду одна мера длины (и в каких именно случаях) или, действительно, разные.

Сравним стадию с более поздней мерой длины — римской милей, длина которой, как полагают, достаточно точно известна. Согласно авторам времени Страбона и более ранним, римская миля равнялась 8 стадиям³⁷, однако Полибий считал, что в миле 8 стадий и 2 плефра, т. е. $8\frac{1}{3}$ стадии³⁸. У Псевдо-Арриана находим милю, равную 7,5 стадиям³⁹.

Уместно вспомнить, что по меньшей мере полтора столетия назад высказывалось мнение о малом, несущественном различии стадий разных древних авторов. Приведем на этот счет следующие данные, заимствованные у П. И. Кешпена⁴⁰, которые помещены в табл. 3 и пересчитаны в метрическую систему.

Как видим, длина стадии в среднем около 155 м и не выходит из пределов 148—160 м, хотя время Павсания и Арриана отстоит от времени Геродота и Ксенофонта на семь столетий, и этот промежуток охватывает не только эпоху эллинизма, но и последующую, римскую.

МЕТРОТИИ СТАДИИ

Считается, что эта мера длины первоначально появилась в Вавилоне (и позднее получила название в Греции) и равнялась длине пути, который человек проходил спокойным шагом за время восхода Солнца из-за горизонта, т. е. за две минуты. Понятно, такой эталон не мог быть точным. Дело не только и не столько в том, что время полного восхода солнечного диска из-за горизонта неодинаково под разными широтами и в раз-

³⁷ Страбон, стр. 294.

³⁸ Там же.

³⁹ У Псевдо-Арриана читаем: «От Феодосии... до Афицеона... 200 стадиев, $26\frac{2}{3}$ мили... От Афицеона... до Лампады 600 стадиев, или 80 миль... от Лампады до высокой горы Бараньего Лба, мыса Таврической земли, 220 стадиев, или $29\frac{1}{3}$ мили... от Бараньего Лба... до гавани Символа... 300 стадиев, 40 миль... От гавани Символа до города Херсонеса или Херсонеса... 180 стадиев, 24 мили» (В. В. Л а т ы ш е в, Известия древних писателей о Скифии и Кавказе, ВДИ, 1948, № 4, стр. 235). Отношение указанных величин дает в среднем 7,5 стадий на милю (или 7,6; 7,5; 7,5; 7,5; 7,5 стадий на милю).

⁴⁰ П. И. К е ш п е н, Крымский сборник. «О древностях Южного берега и гор Таврических», СПб, 1837, стр. 164, прим. 246. Кешпен ссылается на работу Бредова (1800 г.), который использовал данные Реннеля о числе стадий древних авторов на дугу в один градус. Я не имел возможности ознакомиться с работами Бредова и Реннеля. Метрический эквивалент стадии вычислен из расчета 111,1 км на один градус.

ное время года: в самом понятии «спокойный шаг» слишком много неопределенности. Чтобы удовлетворить эквиваленту аттической стадии, нужно шагать со скоростью 5,35 км/час. Отмерить ассиро-халдейско-персидскую стадию (гхальву) за две минуты можно только рысью, на скорости 7 км/час.

Олимпийская стадия принималась в 600 стоп. Поскольку эквивалент этой стадии равен 192,3 м, стопа должна быть длиной в 32 см. Длина стопы взрослого человека колеблется от 20 до 40 см (короче 20 см и длиннее 40 см — едва ли 5% случаев), таким образом, олимпийская стадия могла быть от 120 до 240 м. Однако около 80% всех мужчин имеют стопу длиной от 25 до 27 см, поэтому наиболее вероятное значение стадии в 600 стоп 150—162 м, в среднем 156 м. Это совпадает с числами табл. 3, по всей вероятности, не случайно.

Известно, что многие меры длины возникли в древности на основе счета шагов или пар шагов. Так, эталоном римской мили служила дистанция в тысячу некоторых средних двойных шагов⁴¹. Средний шаг взрослого человека около 0,7—0,8 м, двойной шаг — около 1,4—1,6 м, следовательно, римская миля должна укладываться в 1400—1600 м, и действительно она равнялась 1481 м (позднее — 1483,5 м).

Нельзя ли предположить, что и стадия была приравнена к определенному числу шагов (или двойных шагов) взрослого человека?

В эпоху эллинизма все области, прилежащие к Средиземноморью и более удаленные, самым тщательным образом перемерялись шагателями-бематистами⁴², участвовавшими и в военных походах, и в межевании земель. Бематисты измеряли дистанции шагами. Нам и сейчас в ряде случаев приходится заниматься этим не вполне совершенным делом, загибая палец на руке после каждого десятка пар шагов. Две руки обеспечивают, таким образом, «запись» ста пар шагов. Эллинистические бематисты пользовались также десятиричной системой счета. После каждой сотни пар шагов бематист должен был сделать заметку на чем-то и для этого хотя бы на мгновение остановиться. Не отсюда ли происходит название стадии⁴³?

Сто пар шагов не могут быть длиннее 160 м, если только намеренно не увеличивать длину шага. Более вероятно, что сто пар спокойных шагов среднерослого бематиста укладывались в интервал от 150 до 160 м. Именно такой и могла быть длина эллинистической стадии, или, как ее называет Томсон, «короткой» стадии.

ЭРАТОСФЕНОВА СТАДИЯ

Конечно, Эратосфен не принял бы за базис для определения окружности Земли дистанцию Сиена — Александрия, если бы ему не была достаточно точно известна ее длина. Вообще с топографией бассейна Нила, по крайней мере до Мерое, он был очень хорошо знаком. Об этом можно судить по началу XVII книги Страбона, в которой с большими подробностями изложены данные о Ниле, заимствованные Страбоном у Эратосфена⁴⁴. И именно там, где Страбон, ссылаясь на Эратосфена, перечисляет направления и длины отдельных участков долины Нила, расстояние от Сиены до Александрии указано в 5300 стадий⁴⁵, тогда как из других отрывков следует, что Эратосфен принимал длину этой дистанции в 5000 стадий или около этой величины⁴⁶. Почему такая разница?

⁴¹ *Milia passuum* — тысяча (двойных) шагов.

⁴² От греч. *βημα* «шаг», Александр в своем походе имел специально обученных «шагателей», стадия которых была, возможно, округлена до 200 шагов (до 100 пар шагов. — Л. Ф.)» (Томсон, ук. соч., стр. 234). Бематисты проводили широкие земельные работы и в эпоху Птолемея.

⁴³ В греч. *στάδιον* «стадия», от *στάδιος* «твердо стоящий» (в том числе «остановившийся»).

⁴⁴ Страбон, стр. 726 слл.

⁴⁵ Страбон, стр. 726.

⁴⁶ Например, Страбон, стр. 115 (от Мерое до Александрии — 10 000 стадий; Сиена должна лежать в центре этого расстояния).

Распространено мнение, что Эратосфен уменьшил 5300 стадий до 5000 стадий, чтобы учесть изгибы долины Нила. В самом деле, если бы он принял за длину базиса 5300 стадий, то окружность Земли оказалась бы не 250 000 и не 252 000 стадий, а 265 000 стадий. Вместе с тем изгибы долины Нила от Сиены до моря не очень значительны и не поглощают целиком поправку в 300 стадий (или даже поправку в 260 стадий, если считать, что Эратосфен принял базис за 5040 стадий, чтобы получить окружность земного шара в 252 000 стадий).

Поправку в 300 (или в 260) стадий можно объяснить иначе. Эратосфену, по всей вероятности, было известно более западное положение Александрии по отношению к Сиене, т. е. несовпадение долины Нила на этом участке с меридианом. Например, Страбон, ссылаясь на Эратосфена, пишет: «Меридиан через Сиену проводится *ц о ч т и* (разрядка моя. — Л. Ф.) вдоль течения Нила от Мерое до Александрии»⁴⁷. Следовательно, Эратосфен точно знал, что эта дистанция не меридианная. Возможно, поэтому он и уменьшил 5300 стадий до 5000, приведя дистанцию Сиена — Александрия к меридиану.

Предположение это подтверждается следующими сравнениями.

Отношение 5300 к 5000 равно 1,06, отношение 5300 к 5040 равно 1,053. Расстояние от Асуана до Александрии по прямой — 835 км, по меридианной дуге — 792 км⁴⁸. Отношение 835 к 792 равно 1,054 и великолепно совпадает с отношением 5300 к 5040. Нет сомнения в том, что поправка в 300 (или в 260) стадий была сделана Эратосфеном из необходимости привести длину немеридианной дистанции к длине меридианной дуги.

Если говорить об Эратосфеновой стадии, то она рассчитывается из длины дистанции Сиена — Александрия так:

$$\begin{aligned} 835 \text{ км} : 5300 \text{ стадий} &= 157,6 \text{ м на стадию,} \\ 792 \text{ км} : 5000 \text{ стадий} &= 158,4 \text{ м на стадию или} \\ 792 \text{ км} : 5040 \text{ стадий} &= 157,1 \text{ м на стадию.} \end{aligned}$$

Среднее значение равно 157,7 м на стадию. Это и есть наиболее вероятный метрический эквивалент эллинистической стадии⁴⁹. Ниже приведем другие доказательства в пользу этого.

ОДНА ИЗ СТРАННОСТЕЙ «ГЕОГРАФИИ» СТРАБОНА

Казалось бы, зная отношение между римской милей и стадией и довольно точное метрическое выражение римской мили, можно с большой уверенностью получить и метрический эквивалент стадии. Вслед за указаниями древних авторов принято считать, что римская миля равнялась 8 стадиям (тогда стадия = 185 м) или 8 стадиям и 2 плефрам, т. е. 8 $\frac{1}{3}$ стадиям (тогда стадия = 178 м). На эти соотношения ссылается, в частности, и Страбон, правда, всего один раз.

Вместе с тем Страбон определенно избегает пользоваться римской милей. В его объемистом труде, содержащем сведения о тысячах дистанций, найдется едва ли десяток примеров того, когда он дает расстояние в милях, и еще меньше случаев, когда одни и те же дистанции выражены им в стадиях (например, по Посидонию или Артемидору) и в милях (в основном по Хорографу). Все эти немногочисленные случаи относятся к тому же в основном к Италии и Сицилии, при этом на милю приходится вовсе не 8 и не 8 $\frac{1}{3}$ стадии, а 9 — 9,5 стадий.

Вот два примера.

⁴⁷ Там же.

⁴⁸ Определено по картам масштаба 1 : 2 500 000 и вычислено по разнице в широте и долготе между Асуаном и Александрией.

⁴⁹ Именно с такой величиной Эратосфеновой стадии (точнее, 157,5 м) мы сталкиваемся у Томсона (ук. соч., стр. 234), который пишет: «Многие исследователи со времен Д'Авиля и подавляющее большинство современных специалистов считают, что у Эратосфена имеется в виду именно эта короткая стадия».

1. От святилища Афродиты (близ Пиренеев) до реки Вар расстояние равно 277 милям, по другим данным — 2600 стадиям⁵⁰. Для всей дистанции получается 9,38 стадин на милю.

2. Периметр Сицилии по Хорографу, около 480 миль, по Посидонию же морской путь вокруг Сицилии (очевидно, по каботажной трассе) — 4400 стадий⁵¹. Здесь в среднем миля равна 9.16 стадий.

При отношении мили к стадии в 9—9,5 получается, что стадия равна 165—156 м.

НЕКОТОРАЯ СТАТИСТИКА ДИСТАНЦИЙ СТРАБОНОВОЙ «ГЕОГРАФИИ»

Можно ли считать Эратосфенову стадию общеупотребительной мерой длины в эллинистическом Средиземноморье? Стоит ли вообще говорить об Эратосфеновой, Полибиевой, Арриановой и других «персональных» стадиях, если все они близки между собой? Не лучше ли считать, что «короткая» стадия (она же египетская, птолемеевская, эллинистическая и т. д.) использовалась или по крайней мере подразумевалась древними авторами на протяжении нескольких столетий как единственная, унифицированная мера длины?

Обратимся снова к Страбону. Из «Географии» не составит труда извлечь данные о сотнях и тысячах дистанций, начальные и конечные пункты которых надежно отождествляются. Надежные заключения могут быть сделаны на сравнении, скажем, сотни дистанций или около этого. Мы ограничились 85 дистанциями (таблицы А — Е в приложении), которые взяты почти без выбора. Единственным критерием отбора этих примеров было точное отождествление пунктов, названных Страбоном, с современными.

Среди использованных есть и очень короткие и очень длинные дистанции, последние зачастую сложены из серии коротких. Среди них есть морские и сухопутные, причем морские — по генеральным курсам и каботажные, сухопутные — напрямик и по дорогам. Учетные примеры относятся к Средиземному и Черному морям, к Италии и Сицилии, к Пелопоннесу и Кипру, к берегам Ливии (Африки), т. е. ко всем тем областям обитаемого мира, которые были превосходно известны эллинам, исстари колонизованы ими, заселены, экономически освоены, стало быть, и подробно измерены тем или иным способом.

Приведенные Страбоном длины пути либо измерены, либо представляют собой в той или иной мере приблизительную оценку расстояния. Наконец, и это очень важно, Страбон, указывая расстояния, постоянно ссылается на те или иные источники, охватывающие период времени от него и по крайней мере до Эратосфена: на Посидонию, Полибия, Артемидора, Хорографа, Гиппарха, Эратосфена и других авторов. Причем нигде, за исключением одного места, как упоминалось, *Страбон не только не об-суждает, но и не поднимает вопрос о каком-либо различии стадий у разных авторов.*

Отождествив пункты Страбоновой географии с современными, мы взяли для сравнения расстояния между ними по достаточно крупномасштабным картам⁵². Сведения о всех учетных дистанциях помещены в табл. А — Е в приложении.

В табл. 4 приведены общие сведения и средние величины.

Сумма всех учетных дистанций составляет около 203,5 тыс. стадий и около 31,9 тыс. км. Уже из этих величин получаем среднюю длину стадии в 156,6 м. В большинстве случаев длина стадии заключена в пределах 150—165 м. Значительные отклонения

⁵⁰ Страбон, стр. 172. Святилище Афродиты — в районе современных мысов Креус и Фигерас у восточной оконечности Пиренеев; в тексте указан город Антиполь на реке Вар — современный Антиб недалеко от устья реки Вар, юго-западнее Ниццы.

⁵¹ Страбон, VI, 2, 1, стр. 245. Сложением мелких дистанций получаем три стороны Сицилии и ее периметр $156 + 165 + 159 = 480$ миль (всего указано, по Хорографу, 17 дистанций). Судя по контексту, речь идет о дистанциях, которые нужно пройти от одного пункта до другого морем. Следовательно, их сумма должна быть близка величине, указанной Посидонием (4400 стадий).

⁵² В основном по картам «Атласа мира», изд. 2, М., 1967. Используются и другие картографические материалы.

Т а б л и ц а 4

Данные для определения метрического эквивалента стадии, полученные на основании таблиц А — Е (см. приложение)

Таблица приложения	Число дистанций	Сумма дистанций		Длина стадии, м			
		стадий	км	от	до	среднеарифметическое	средневзвешенное
				по всем дистанциям	80 % случаев		
А	20	64050	10105	125—300	125—172	162,3	157,8
Б	12	19355	3052	116—214	155—161	159,1	157,7
В	19	13530	2089	143—181	150—160	155,1	154,4
Г	9	37200	5810	148—172	150—165	156,8	156,3
Д	13	28750	4513	136—171	150—164	156,5	157,0
Е	12	40580	6302	147—168	150—165	156,2	155,3
Сумма	85	203465	31871	—	—	—	—
Среднее	—	—	—	—	—	157,9	156,6

Примечание: А — Средиземное море, Б — Кипр и Пелопоннес, В — Италия, Г — южный и восточный берега Средиземного моря, Д — Понт Эвксинский (Черное море), Е — некоторые другие дистанции.

от этого редки. Все среднеарифметические значения (по шести таблицам) укладываются в интервал 155,1—162,3 м, вне зависимости от того, к какой области они относятся. Среднее из средних равно 157,9 м, что совпадает с приведенными выше расчетами длины Эратосфеновой стадии. Все средневзвешенные величины находятся в пределе 154,4—157,8 м, в среднем по всем дистанциям — около 156,6 м. Разница между среднеарифметической и средневзвешенной длиной стадии менее 1%.

Почти то же самое получается, если рассчитать длину стадии по другим протяженным меридианным дугам, величина которых заимствована Страбоном у Эратосфена. Расчет для них дан в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Длина стадии, вычисленная по меридианным дугам

Меридианная дуга	Стадий по Эратосфену	Длина дуги, км	Длина стадии, м
Экватор — Мерое	11 800	1 860	157,5
Экватор — Сиена	16 800	2 665	158,5
Экватор — Родос	25 400	4 040	159
Экватор — Александрия	21 800	3 450	158,5
Мерое — Александрия	10 000	1 590	159
Сумма	85 800	13 605	—
Среднеарифметическое	—	—	158,5
Средневзвешенное	—	—	158,5

КОМПЕНСАЦИЯ ОШИБОК В ОПРЕДЕЛЕНИИ РАССТОЯНИЯ

Похоже на то, что распространенное мнение о разной длине стадии исходит в основном из недостаточной статистики. Нельзя, конечно, думать, что в географиях, периплахах, перизгесах древних авторов содержится всегда очень точная информация о длине дистанций, основанная на измерениях. Несомненно, значительная доля этой информации представляет собой попросту приблизительную оценку расстояний между пунктами по времени, которое затрачивалось на путешествие из одного пункта в другой тем или иным способом. Длина других дистанций могла определяться методом сравнения с хорошо известными расстояниями.

Если это так (а сомневаться в этом почти не приходится), то, вполне понятно, сравнение отдельных дистанций, выраженных древними авторами в стадиях, с их действи-

тельной величиной, определенной по современным картам в километрах. может дать в ряде случаев самый невероятный результат как в сторону завышения, так и в сторону занижения длины стадии. Это мы и видим из данных, которые помещены в табл. А — Е.

Вместе с тем ошибки в определении расстояний чаще всего или даже постоянно бывают разнозначными и равновероятными. При достаточном числе примеров они компенсируются, и средние величины достаточно точно соответствуют истинной величине. Именно этим объясняется тот факт, что для разных районов Средиземноморья (табл. А — Е) в сущности получаем почти одинаковую длину стадии. Рассуждение о компенсации ошибок опирается на законы статистики. Его справедливость для данного случая может быть проиллюстрирована на примерах той же «Географии» Страбона.

Сопремся на несколько таких примеров.

В табл. А указаны шесть дистанций, составляющих общую длину Средиземного моря от Исса до Геракловых Столпов. Частные эквиваленты стадий по ним равны 152, 150, 125, 171, 300, 127 м, средняя же длина стадии получается около 151 м. Данный пример касается дистанций по генеральным морским курсам, которые не могли быть непосредственно измерены. Расстояния оценены по времени прохода судов.

То же самое мы видим в определении длины каботажных курсов. Например, в табл. Д для дистанций Халкедон — Гераклея, Гераклея — Синопа, Синопа — Амис, Амис — Трапезунт, Трапезунт — Фасис на южном берегу Черного моря частные эквиваленты стадии равны 150; 162,5; 155,5; 136,5; 171,5 м, тогда как средняя длина стадии по всему расстоянию от Халкедона до Фасиса равна 154 м.

Интересен пример компенсации ошибок в определении длины сухопутных дистанций. Так, в табл. В для двух участков дороги Плаценция — Дертон и Дертон — Генуя длина стадии вычисляется в 181 и 131 м, в среднем же для всего пути Плаценция — Генуя — в 156 м.

В табл. А — Е длины стадии колеблются от 125 до 300 м. Казалось бы, при этом надежность средней величины не может быть очень высокой. Однако число примеров (в процентах от общего числа учтенных примеров) имеет гауссовское распределение:

Длина стадии менее 130 м	— 3,4%
То же 130—140 м	— 5,6%
» 140—150 м	— 9,0%
» 150—160 м	— 52,8%
» 160—170 м	— 17,9%
» 170—180 м	— 5,6%
» более 180 м	— 6,7%

Это существенно меняет дело: средняя величина при таком распределении не может слишком отличаться от истинной, а «конфигурация максимума» показывает, что истинная величина лежит в пределах 155—160 м.

* * *

В заключение приведем табл. 6, в которой сведены все сделанные выше расчеты и оценки длины стадии. Степень их надежности различна, как неодинаковы и те условия, которые положены в их основу. Тем не менее все средние величины не выходят за пределы 155—158,5 м, а более надежные данные укладываются в еще более узкий интервал (157,1—158,5 м).

Для многих задач исторической географии эта малая неопределенность не имеет сколько-нибудь существенного значения. Можно остановиться на средней из средних величин (157,7 м на стадию) или так или иначе округлить ее.

Конечно, не исключено, что в доэллинистическую эпоху в пользовании находились довольно разнокалиберные стадии, но переносить эту неопределенность древней метрологии на эпоху эллинизма, наверное, было бы ошибкой. Еще можно допустить, что в широких массах населения и от случая к случаю использовались разные меры длины, но кажется невероятным, чтобы это было свойственно кругу ученых, к которому относились древние историки, географы, астрономы, математики.

Не исключено также, что многие из древних авторов не были слишком щепетильными в вопросе о расстояниях, с излишней доверчивостью использовали приблизительные

Т а б л и ц а 6

Длина стадии эпохи эллинизма

Способ расчета, оценки	Длина стадии, м	
	от — до	средняя
По вычислениям Реннеля (табл. 3)	148,5—159,8	155
В 600 стоп среднерослого человека	150—162	156
В 100 пар шагов среднерослого человека	150—160	155
По Эратосфенову базису Сиена — Александрия, равному 5300 стадиям	—	157,6
Тот же, приведенный к меридианной дуге и равный:		
5000 стадий	—	158,4
5040 стадий	—	157,1
По другим меридианным дугам	157,5—159,0	158,5
Из статистики дистанций, по среднеарифметическим (табл. А — Е)	155,1—162,3	157,9

оценки длины дистанций. На этой базе у последующих комментаторов и исследователей и могло сложиться убеждение о неопределенности стадии, особенно если в расчетах использовалось статистически недостаточное число примеров.

И все же есть больше оснований считать, что древнегреческие авторы от Геродота до Арриана имели в виду одну и ту же меру длины, величину которой можно вычислить, исходя прежде всего из данных Эратосфена.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРИЧЕСКОГО ЭКВИВАЛЕНТА СТАДИИ ПО ДИСТАНЦИЯМ, УКАЗАННЫМ СТРАБОНОМ

Т а б л и ц а А

Средиземное море

Дистанции	Указ. стадий	Действ. расст., км	Длина стадии, м	Примечания
1	2	3	4	5
Исс — Родос	5 000	760	152	
Родос — Салмоний	1 000	150	150	
Салмоний — Кримутопон	2 000	250	125	
Кримутопон — Пахин	4 000	770	171	
Пахин — Сицилийский пролив	1 000	300	300	
Сиц. пролив — Геракловы Столпы	12 000	1 530	127,5	
В среднем по 6 дистанциям	25 000	3 760	150,5	1 *
Тенар — Пахин	4 450	650	151,5	2
Лилибей — Карфаген	1 500	215	143	3
Ибер — памятники Помпея	1 600	275	172	4
Береника — Закинф	3 600	620	172	5
Фигунт — Тенар	2 800	380	136	6
Гавань киренцев — Кримутопон	2 000	300	150	7
Геракловы Столпы — Массалия	7 000	1 290	184	8
Геракловы Столпы — Пиреней	6 000	1 085	181	9
Кромий — Анемурий	350	72	206	10
Кигий — Берит	1 500	200	133,5	11
Акамант — Селинунт	1 000	133	133	12
Акамант — Хелидоний	1 900	300	158	13
Акамант — Сида	1 600	225	141	14
Родос — Александрия	3 750	600	160	15
Сумма дистанций	64 050	10 105	—	—
Число дистанций — 20				
Среднеарифметическое			162,3	
Средневзвешенное			157,8	

* Примечания к таблицам см. в конце приложения.

Таблица Б

Кипр и Пелопоннес

1	2	3	4	5
Окружность Кипра	3 420	550	161	16
Клиды — Акамант	1 400	225	161	17
Кроммий — Клиды	700	150	214,5	18
Клиды — Педалий	680	105	154,5	19
Окружность Пелопоннеса	5 600	890	159	20
Малея — Эгий	1 400	225	161	21
Хелонат — Истм	1 400	163	116	22
Окружность Коринфского залива	2 230	350	157	23
Аракс — Истм	1 030	160	155,5	24
Хелонат — Алфей	280	44	157	25
Аракс — Алфей	545	85	156	26
Тенар — Малея	670	105	157	27
Сумма дистанций	19 355	3052		
Число дистанций — 12			159,4	
Среднеарифметическое			157,7	
Средневзвешенное				

Таблица В

Италия

1	2	3	4	5
Монека — Генуя	4110	159	143,5	28
Плаценция — Дертон	400	72,5	181	
Дертон — Генуя	400	52,5	131	
В среднем Плаценция — Генуя	800	125	156	29
Луна — Коссы	1750	270	154,5	30
Коссы — Остия	740	115	155,5	31
Луна — Остия	2500	388	155,5	32
Рим — Арреций	1200	190	158,5	33
Рим — Клузий	800	125	156	34
Равенна — Аримин	300	48,5	161,5	35
Аримин — Окрикл на Тибре	1350	210	155,5	36
Тибр от моря до Рима	190	30	158	37
Анций — Киркей	290	45	155	38
Киркей — Таррацна	100	16	160	39
Лаос — Эла	400	62,5	156	40
Эла — Посидоний	200	32	160	41
Мессинский Столп — Регни	100	15	150	42
Регий — Локры	600	93	155	43
Брентесий — Барий	700	105	150	44
Барий — устье Авфиды	400	60	150	45
Сумма дистанций	13530	2089		
Число дистанций — 19			155,4	
Среднеарифметическое			154,4	
Средневзвешенное				

ПРИМЕЧАНИЯ К ТАБЛИЦАМ А — Е

1. Страбон (ссылки по переводу Г. А. Стратановского), стр. 108. Все дистанции между Иссом и Геракловыми Столпами — прямо по морю. Исс, город, — в районе совр. Дертюл и Паяс на восточном берегу залива Искендерон; Салмоний — восточный мыс Крита, ныне мыс Сидерон; Криуметопон — западный мыс Крита, ныне мыс Крнос; Пахин — юго-восточный мыс Сицилии и город, ныне мыс Изол-делле-Корренти южнее города Пакино; Геракловы Столпы — совр. скала Гибралтар и ей противолежащая

Таблица Г

Южный и восточный берега Средиземного моря

1	2	3	4	5
Метагоний — Трет	6 000	890	148,5	46
Трет — Карфаген	2 500	375	150	47
Карфаген — Кефалы	5 000	860	172	48
Аполлония — Катабафма	2 200	340	154,5	49
Карфаген — Александрия	13 000	2 000	154	50
Канобское устье — Целусий	1 300	205	157,5	51
Пелусий — Орфосий	3 650	565	155	52
Орфосий — Оронт	1 130	175	155	53
Оронт — Мелены	2 420	400	165	54
Сумма дистанций	37 200	5 810		
Число дистанций — 9			156,8	
Среднеарифметическое			156,3	

Таблица Д

Понт Эвксинский (Черное море)

1	2	3	4	5
Византий — Борисфен	3800	625	164,5	55
Длина Понта в зап. половине	3800	625	164,5	56
Ширина Понта в зап. половине	2800	440	157	57
Устье Истра — Кианей	3830	580	151,5	58
Халкедон — Гераклея	1500	225	150	59
Сангария — Гераклея	500	75	150	60
Халкедон — Синопа	3500	550	157	61
Гераклея — Синопа	2000	325	162,5	62
Синопа — Амис	900	140	155,5	63
Амис — Трапезунт	2200	300	136,5	64
Трапезунт — Фасис	1400	240	171,5	65
В среднем Халкедон — Фасис	8000	1230	154	66
Танаис — Киммерийское селение	2320	360	155,5	67
Симболов Лимен — Феодосия	1000	158	158	68
Исс — Амис	3000	495	165	69
Сумма дистанций	28750	4513		
Число дистанций — 13			156,5	
Среднеарифметическое			157,0	

на африканском берегу возвышенность. Неизвестно, какую точку в Сицилийском проливе имел в виду Страбон. Длина Крита (дистанция Салмоний — Криуметопон), вероятно, завышена; судя по другим разделам, Страбон имел в виду расстояние между мысами Крита по суше (тогда 300 км; 2000 стадий = 150 м на стадию) или по каботажному курсу (около 315 км, тогда стадия получается в 157,5 м). Везде ниже в скобках указаны страницы последнего издания «Географии» Страбона.

2. Тенар, мыс, — совр. мыс Тенарон, или Матапан, между Мессинским и Лаконским заливами, в южной оконечности Пелопоннеса (стр. 345).

3. Лилибей, мыс, — западная оконечность Сицилии, мыс у совр. города Марсала (стр. 246).

4. Ибер, река, — совр. река Эбро в Испании (имеется в виду ее устье); победные памятники Помпея — недалеко от берега Лионского залива, у совр. Пор-Вандер (стр. 152).

Таблица Б

Некоторые другие дистанции

1	2	3	4	5
Длина южного побережья Бреттании	4 150	680	164	70
Длина Аравийского залива	14 000	2160	154,5	71
Исс — мост на Евфрате	1 400	215	154	72
Таго — Нерия	3 000	482	161	73
Гадиры — Священный мыс Иберии	1 700	250	147	74
Длина Иберии	6 000	900	150	75
Ширина Иберии	5 000	760	152	76
Длина Пропонтиды	1 400	215	153,5	77
Ширина Пропонтиды	500	75	150	78
Перинф — Византий	600	93	155	79
Пелориада — Лилибей	1 700	285	168	80
Пелориада — Пахин	1 130	187	165,5	81
Сумма дистанций	40 580	6302		
Число дистанций — 12				
Среднеарифметическое			156,2	
Средневзвешенное			155,3	

5. Береника, город, — совр. Бенгази; Закинф, остров, — совр. остров того же названия в Ионическом архипелаге (стр. 769).

6. Фикунт, мыс, — совр. мыс Рас-эль-Хилаль на побережье Киренаики (стр. 769).

7. Гавань киренцев — якорная стоянка против города Кирены, по-видимому, с восточной стороны совр. мыса Рас-эль-Хилаль (стр. 770).

8. Массалия, город, — совр. Марсель (стр. 109).

9. Речь идет о восточном окончании Пиренеев — совр. мыс Креус (стр. 109).

10. Кроммий, мыс, — совр. мыс Кормакитис на северном берегу Кипра; Анемурий, мыс, — совр. мыс Анамур на юге Турции (стр. 636).

11. Кигий, город — совр. город Ларнака на Кипре; Берит, город, — совр. город Бейрут. Оценка расстояния между ними явно завышена, возможно, из-за сноса судов к северу южным течением. Если учесть этот снос, то длина пути судов будет около 230—240 км, и тогда стадия определяется в 153—160 м (стр. 636).

12. Акамант, мыс, — совр. мыс Арнаути в западной оконечности Кипра; Селикунт — совр. город Газипаша на восточном берегу залива Анталья (стр. 636).

13. Хелидоний, мыс и островки, — совр. мыс Гелидонья на западной стороне залива Анталья. Длина пути по каботажному курсу (стр. 636).

14. Сида, город, — в районе совр. Монавгата на северном берегу залива Анталья (стр. 636).

15. Стр. 125. В других разделах расстояние между Родосом и Александрией указано в 3600 стадий (стр. 133 и 116; получается 25400—21800 = 3600 стадий), но это относится, вероятно, к меридианной дуге между соответствующими параллелями.

16. Стр. 636. По тексту, окружность Кипра, включая заливы, т. е. по каботажному курсу.

17. Климды, островки у восточной оконечности Кипра, — совр. Клизес против мыса Андреас. По тексту, расстояние указано, очевидно, по дорогам острова (стр. 636).

18. Расстояние указано, очевидно, морем, по каботажному курсу, но занижено. Дистанции Климды — Кроммий и Кроммий — Акамант относятся как 1 : 2 при общей длине пути Климды — Акамант по суше в 1400 стадий. В таком случае дистанция Климды — Кроммий должна быть в 900—930 стадий, тогда стадия равна 161—167 м (стр. 636).

19. Педалий, мыс, — совр. мыс Греко в юго-восточной оконечности Кипра. Имеется в виду расстояние по окружности залива Фамагуста (стр. 636).

20. Речь идет о морском пути вокруг Пелопоннеса по каботажному курсу, включая окружности заливов (стр. 317).

21. Малая, мыс, — совр. мыс того же названия в юго-восточной оконечности Пелопоннеса; Эгий, город, — совр. город Эгион на южном берегу Коринфского залива. Имеется в виду прямое расстояние между пунктами по суше (стр. 317).

22. Хелонат, мыс, — совр. мыс Киллини, или Глоренца, в северо-западной оконечности Пелопоннеса; Истм — возле Коринфа, на Коринфском перешейке. Дистанция явно завышена. Если ширину Пелопоннеса принимать между мысом Киллини и восточным мысом (против островов Порос и Идра), то это будет 220 км, и тогда стадия равна 157 м (стр. 317).

23. Имеется в виду окружность Коринфского залива по каботажному курсу, до створа мыса Аракс (стр. 318).

24. Аракс, мыс, — совр. мыс Папнас, или Араксос, на входе в Коринфский залив. Здесь и далее — дистанция по каботажному курсу (стр. 318).

25. Алфей, река, — совр. река того же названия, южнее мыса Катаколон (Ихтис, стр. 326).

26. Там же (стр. 326).

27. Имеется в виду побережье Лаконского залива или путь по каботажному курсу («считая с изгибами заливов», стр. 345).

28. Монека, гавань, — совр. Монако. Дистанция Монека — Генуя сложена из следующих: Генуя — Сабаты 260 стадий, Сабаты — Альбингаунум 370 стадий, Альбингаунум — Монека 480 стадий. Первая и последняя из них равны по каботажному курсу соответственно 41 и 78 км, это дает стадию в 158 и 162 м. Вторая дистанция имеет длину по каботажному курсу всего 40 км, и для нее расстояние в стадиях сильно завышено (получается всего 108 м на стадию). В таблице указано среднее значение стадии для всей дистанции Монека — Генуя (стр. 191).

29. Плаценция, город, — совр. город Ньяченца; Дертон, город, — совр. город Торонто. В тексте так: «Дертон — значительный город, лежащий посредине пути от Генуи в Плаценцию, в 400 стадиях от каждого города». Понятно, это приблизительная оценка положения Дертона. В целом же дистанция Плаценция — Генуя дает 156 м на стадию (стр. 204).

30. Луна, город, — совр. город Специя; Коссы, или Коса, город, — в окрестностях совр. Орбетелло или Порто-Санто-Стефано. Дистанция сложена из четырех: Луна — Писа 400 стадий, Писа — Волатерры 280 стадий, Волатерры — Популоний 270 стадий, Популоний — Коссы 800 стадий (а по другим данным 600 стадий). Волатерра, или Волаттеры, — совр. город Вольтерра, в значительном удалении от берега моря. Частные эквиваленты стадии по указанным четырем дистанциям равны 156,5; 178,5; 213; 125 м, в среднем 154,5 м. Это и указано в таблице (стр. 208).

31. Остия, городок, — совр. город того же названия на Тибре. Дистанция сложена из трех по каботажному курсу (ибо в тексте — «если плыть от Коссов к Остии...»): Коссы — Грависки 300 стадий, Грависки — Пирги немного меньше 180 стадий, Пирги — Остия 260 стадий (стр. 211).

32. Стр. 208. Путь по прибрежным дорогам.

33. Стр. 212. Арреций, город, — совр. Аррецо.

34. Клузий, город, — совр. Кьюси. Путь от Рима до Кьюси и Аррецо практически одинаков и по дороге и по прямой (стр. 212).

35. Равенна, город, — совр. город того же названия; Аримин, город, — совр. город Римини. Путь по дороге (стр. 213).

36. В тексте: «...если ехать из Аримина в Рим по Фламиниевой дороге через Омбрику, то весь путь до Окрикл на Тибре составит 1350 стадий». Следовательно, имеется в виду дистанция Аримин — Тибр, до переезда. Она и принята во внимание. Фламиниева дорога выходит к Тибру выше совр. города Мальяно—Сабино (стр. 213).

37. Принята во внимание длина Тибра с меандрами, ибо в тексте речь идет о судах, которые поднимаются по Тибру. Эта длина равна 30 км (стр. 217).

38. Стр. 217. Анций, город, — совр. город Анцио; Киркей, гора, — совр. мыс и гора Чирчео. Каботажный курс.

39. Тарракина, город, — совр. город Тарраччино на северном берегу залива Тарраччино. Каботажный курс (стр. 217).

40. Лаос, город, — в районе совр. Скалеа; Эла, город, — в районе совр. Пишотта или несколько северо-западнее. Каботажный путь (стр. 235).

41. Посидоний — ныне мыс Ликоса. Каботажный путь (стр. 235).

42. Мессинский Столп — на мысу у входа в Мессинский пролив с севера; Регий — совр. Реджо-ди-Калабрия. Каботажный путь равен пути по берегу (стр. 238).

43. Локры, город, — совр. Локри (стр. 238).

44. Брентесий, город, — совр. город Бриндизи; Барий, город, — совр. город Бари (стр. 260).

45. Авфида, река, — совр. река Офанто (стр. 260).

46. Стр. 763. Метагоний, мыс, — совр. мыс Трес-Форкас у города Мелльи, Марокко; Трет — совр. мыс Бугарун.

47. Каботажный путь между этими пунктами не длиннее прямого по берегу вследствие малой изрезанности побережья (стр. 765).

48. Кефалы, мыс, — в районе совр. города Мисурата. Путь принят по окружности Малого Сирта (стр. 768).

49. Аполлония, город, — совр. Мерса-Суса, или Аполлония, на побережье Киренаики; Катабафма, город, — совр. Эс-Саллум на границе Ливии и Египта (стр. 770).

50. Страбон оспаривает указание Эратосфена о том, что расстояние между Карфагеном и Александрией равно 13 000 стадий и дает цифру 9000 стадий, однако тогда стадия получается в 222 м. В этом случае, как и в некоторых других, возражения Страбона не имеют оснований (стр. 95).

51. Канобское устье Нила — у Розетты и залива Абукир; Пелусий, город, и Пелусийское устье Нила — у Порт-Саида или несколько восточнее. Каботажный путь (стр. 727).

52. Орфосий, город, — в районе совр. Триполи (стр. 703).

53. Оронт, река, — совр. река Асп, или Оронт (стр. 703).

54. Мелены, город, — несколько западнее Келендериды, совр. Гелиндере. Дистанция сложена из двух: Мелены — граница Киликии и Сирии — 1900 стадий, эта граница — Оронт — 520 стадий. Рассчитано по каботажному курсу, включая окружность залива Искендерон (стр. 703).

55. Византий — совр. Стамбул; Борисфен — совр. Днепр. Имеется в виду устье Днепровского лимана. Прямое расстояние по морю (стр. 116).

56. В сущности это та же дистанция, поэтому в расчет средних величин она не включена (стр. 125).

57. Принята ширина моря от мыса Калиакра (Калиакрия) и Балчика на западном берегу до меридиана через южную оконечность Крыма (мыс Сарыч) (стр. 125).

58. Священное устье Истра — устье Килийского или Суллинского гирла Дуная; Кианей, островки, — у входа в Босфорский пролив (стр. 291).

59. Халкедон, город и святилище халкедонцев, — в районе совр. Ускудар на восточном берегу Босфорского пролива; Гераклея Понтийская — совр. город Эргли на южном берегу Черного моря. Везде — каботажный путь (стр. 510).

60. Сангария, город, — совр. город Карасу в устье реки Сакарья на южном берегу Черного моря (стр. 510).

61. Синопа, город, — совр. город Синоп (стр. 513).

62. Там же.

63. Амис, город, — в районе совр. Самсуна и Амасьи, удаленного от моря (стр. 513).

64. Трапезунт, город, — совр. город Трабзон на южном берегу Черного моря (стр. 514).

65. Фасис, река, — совр. река Риони. Расстояние исчислено от Трабзона до Потли по каботажному курсу (стр. 514).

66. Получено сложением всех дистанций от Халкедона до Фасиса. В расчет средних величин не включено (стр. 514).

67. Танаис — в данном случае имеется в виду устье Дона; Киммерийское селение — в районе северной узости Керченского пролива, на Таманском берегу (стр. 469).

68. Символон Лимен, гавань, — совр. Балаклава; Феодосия, город, — совр. город того же названия. Страбон относит эту величину к длине берега (стр. 283).

69. Расстояние по прямой от залива Искендерон до Самсуна на южном берегу Черного моря. Если принять дистанцию Искендерон — Амасья (425 км), то стадия будет всего 142 м. Этого делать, однако, нельзя, так как Страбон имеет в виду береговые пункты (стр. 75).

70. Указана длина побережья в 4000 и 4300 стадий, принята средняя. Длина измерена по карте от Грейт-Ярмута до мыса Гуэннап (стр. 189).

71. Стр. 711. По-видимому; это наиболее точное значение длины Аравийского залива (Красного моря) от Эланитской впадины (по тексту) до узости Баб-Эль-Мандебского пролива. В этом месте Страбон ссылается на мнение спутников Александра и Анаксикрата. В другом разделе (стр. 103) длина Аравийского залива дана в 15 000 стадий.

72. Имеется в виду мост через Евфрат в Коммагене (в районе совр. Береджика). Прямая дистанция между этими пунктами около 160 км, что дало бы длину стадии всего в 116 м. Однако прямой путь между Иссом и Коммагеной был невозможен (горы). В расчет принята длина пути по дорогам (стр. 694).

73. Имеется в виду длина побережья Лузитании; Таго, река, — совр. река Тахо, или Тежу; Нерия, мыс, — совр. мыс Финистерре или более северный мыс Ториньяна (стр. 149).

74. Гадиры, город, — совр. Кадис; Священный мыс Иберии — совр. мыс Сан-Висенти. Каботажный путь (стр. 145).

75. Принята средняя длина Пиренейского полуострова; крайние значения 800 и 1000 км (стр. 127).

76. Принята ширина Пиренейского полуострова по меридиану Сантандер (стр. 127).

77. Стр. 312. Пропонтида — совр. Мраморное море. Принята длина от Гелиболу до Принцевых островов.

78. Принята ширина по створу между Силиври и Куршунлу (стр. 312).

79. Перинф, город, — совр. город Эрегли на северном берегу Мраморного моря. Каботажный путь (стр. 312).

80. Пелориада, мыс, — северо-восточный мыс Сицилии, у входа в Мессинский пролив (стр. 245).

81. См. прил. 1 и 3 (стр. 245).

Л. В. Фирсов

ERATOSTHENES'S CALCULATION OF THE EARTH'S CIRCUMFERENCE AND THE LENGTH OF THE HELLENISTIC STADE

by L. V. Firsov

Using a sundial (skaphis, polos), Eratosthenes (276—194 B. C.) for the first time defined with a high degree of accuracy the meridian arc Syene-Alexandria as $1/50$ of a circle and on the basis of the linear distance between these two points calculated the length of the earth's circumference at 252,000 stades. Comparison of this meridian arc with others shows that Eratosthenes erred in his calculations by from 0.09 to 1.75%; for the Syene-Alexandrian arc his error is 0.4%. The line and angle comparisons are cited in the article.

Data from both Eratosthenes and Strabo's Geography on many distance measurements, and also other comparisons, set the length of the stade at between 155 m. and 158.5 m., the most accurate figure being 157.7 m. The author presents tables of distances, the principles of the method by which they were calculated and the calculations themselves. He concludes that, at least in the Hellenistic period, the stade was a unified and highly practical measure. The opinion that in different places and at different times the stade varied in length (provincial variations) is hardly well founded. The data found in Strabo show that the stade was the same length in different provinces and that the contrary opinion arose from inadequate use of the statistical material.