



Из истории науки

УДК 165.0

DOI:

10.15372/PS20180107

Е.В. Афонасин

КАК ИЗМЕРИТЬ ВЫСОТУ ГОРЫ? ИЗ ИСТОРИИ ГЕОДЕЗИИ В АНТИЧНОСТИ¹

В статье рассматриваются свидетельства о древнейшем из известных нам опытов точного измерения высоты гор. Эту задачу поставил перед собой ученик Аристотеля Дикеарх из Мессины. Мы рассматриваем не только практические аспекты измерения, но и теоретическую сверхзадачу, которую поставил перед собой перипатетик, а именно задачу показать с помощью этих измерений ложность теории плоской Земли.

Ключевые слова: школа Аристотеля; география; измерение величин в античности

E.V. Afonasin

HOW TO MEASURE THE HEIGHT OF A MOUNTAIN? A NOTE ON THE HISTORY OF GEODESY IN ANTIQUITY

The article deals with the earliest available evidences of an attempt to make an accurate measurement of heights of mountains which was undertaken by Dicaearchus of Messana, Aristotle's follower. We discuss not only practical aspects of the measuring procedure, but also a global theoretical task which Dicaearchus set to himself, i.e. his attempt to use these measurements in order to prove the falsity of some theories of the flat Earth.

Keywords: the school of Aristotle; geography; measuring altitudes in antiquity

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 17-03-00127).

I

Высоты, глубины и расстояния до труднодоступных объектов не могут быть измерены непосредственно. Разумеется, с древнейших времен разрабатывались специальные приемы и изготавливались инструменты, позволяющие производить подобные измерения. Развитие соответствующих математических методов в Древней Греции засвидетельствовано по крайней мере со времен Фалеса². Однако трудности, с которыми сталкивался измеритель, были как теоретического, так и практического характера. Каково расстояние до корабля, стоящего на рейде, и насколько удален от нас корабль, только что появившийся на горизонте? Каково расстояние до дна и как оценить перепад морских глубин? Насколько возвышается над морем этот утес и насколько высока та гора, вершина которой скрывается в облаках? Ясно, что в некоторых случаях измерение будет сравнительно несложным. Например, высоты или глубины нередко могут быть измерены непосредственно по отвесу, а расстояние до сравнительно близкой и малоподвижной цели может быть рассчитано математическими методами по сравнительно несложному построению. Но что если цель удалена, вершина скрывается в облаках, а лот не достает до дна?

Но зачем сколь-либо точно измерять расстояния до удаленных объектов, а также недостижимые высоты? Маловероятно, что с практическими целями. Однако подобная задача вполне может возникнуть в ходе научных изысканий, например, как показывают наши свидетельства, для доказательства сферичности земной поверхности: «Поверхность земли не плоская, как полагают некоторые, сравнивая ее с простирающимся во все стороны диском, и не вогнутая, как думают другие, считающие, что дождь нисходит в лоно земли (*greminium*), но круглая (*rotundam*) и даже шарообразная (*globosam*), как говорит Дикеарх. Ведь иначе восход и заход звезд не различался бы в зависимости от поднятия, или наклона (*elatione vel inclinatinibus*) земли, если бы движения небесного свода распространялись надо всей плоской поверхностью, одновременно освещаясь».

² По традиции Фалес измерял высоту пирамиды по ее тени (Диоген Лаэртский, *О жизни философов* 1.27; Плутарх, *Пир семи мудрецов* 147А) и определял расстояние до корабля на море (Прокл, *Комм. к Евклиду* 352.14–18), используя для этого свойства подобия треугольников, о чем подробнее см. исследование А.И. Щетникова [2, с. 216–218].

щая земли и моря, или же если бы появление восходящего солнца затемнялось загибающимися внутрь теньями от впалой земли (con-cavis subductioris terrae latebris)» (Марциан Капелла, *О свадьбе Филологии и Меркурия* 6.590–591; Дикеарх, фр. 121 Mirhadi).

В этом не вполне понятном месте Марциан Капелла апеллирует к авторитету ученика Аристотеля Дикеарху³, который, как показывают и другие свидетельства, одним из первых в истории науки стремился эмпирически доказать сферичность земной поверхности. Кроме того, ему принадлежали сочинение «Очертание Земли» (фр. 126) и некие Таблицы (фр. 79). Так что, возможно, он одним из первых начертил карты «обитаемой земли», на основе уже накопившихся к тому времени данных написал практическое руководство по географии и, возможно, составил перипл Средиземного моря [10].

Точные измерения склонения были проведены лишь во времена Герона (I в. до. н.э.), однако само явление было известно и ранее, а старший современник Дикеарха путешественник Пифей⁴ наблюдал изменения позиций неподвижных звезд во время своего путешествия на север Европы. Марциан сообщает эти сведения о Пифее почти сразу после нашего фрагмента (6.608 сл.). О том, что звездное небо над головой заметно меняется при перемещении с

³ Дикеарх (Δικαίαρχος) из Мессины был одним из ближайших учеников Аристотеля наряду с Теофрастом, Аристоксеном, Евдемом и другими менее известными фигурами (Суда по. 1062 и 3927, словарные статьи о Дикеархе и Аристоксене, *Анонимная латинская биография Аристотеля* 46–47 и др.). Он писал о политике (сочиненная им *Спартанская политика*, согласно Суде, ежегодно зачитывалась перед собранием эфоров), философском образе жизни, культурной истории, литературе и географии. Писал он и о душе, точнее, о ее отсутствии, так как именно Дикеарх, по свидетельству античных авторов, придерживался этой редкой среди древних философов точки зрения. Ни одно сочинение Дикеарха не сохранилось. Здесь и далее нумерация фрагментов Дикеарха приводится по новому изданию Д. Мирхади [8]; актуальный источник каждый раз эксплицитно указан. Перевод фрагментов на русский язык представлен в [2].

⁴ Пифей (младший современник Аристотеля) был ученым и отважным путешественником, который первым дошел до Шотландии и Балтийского моря и написал несколько географических работ, к сожалению, до нас не дошедших. Точные наблюдения в его сочинениях должно быть соседствовали с вымыслом, в особенности о земле Фулу, где якобы (как об этом сообщает Страбон) все состоит из особого вещества, по которому невозможно пройти или проплыть на корабле. Впрочем, исследователи полагают, что здесь речь идет о Шетландских островах. Дикеарх знал о Пифее, о чем свидетельствует тот же Страбон (*География* 2.4.1–3).

севера на юг, писал и Аристотель (*О небе* 298a1 сл.). Однако из текста фрагмента неясно, приписывает ли Марциан эти аргументы в пользу сферичности земли Дикеарху или же приводит их от своего имени как общеизвестный факт. Представляется, что ученик Аристотеля не мог не знать об этом вполне эмпирическом доказательстве шарообразности земли.

Но, по-видимому, в дополнение к нему он предложил еще один и вполне практический аргумент. Согласно Плинию (*Естественная история* 2.162, цитату см. ниже), именно Дикеарх точно измерил вершины нескольких высочайших гор и показал, что все эти наземные возвышения – ничто в сравнении с размерами Земли. Возможно, таков был ответ перипатетика на современное ему возрождение древней теории плоской Земли Эпикуром, который как раз думал, что солнце садится за высокие горы, расположенные на самом краю дискообразной земли (*Письмо Пифоклу* 92). Итак, Плиний пишет следующее: «Поразительно, что такая огромная плоская поверхность (*tanta planitie*) моря и земли образует сферу. И это утверждение подтверждает Дикеарх, один из лучших ученых, который, по заказу [македонских] царей измерял высоту гор и сообщил, что самая высокая из них гора Пелион достигает 1250 шагов. Из этого расчета он заключил, что эта высота по вертикали – ничто в сравнении с размером окружности всей земли» (Плиний, *Естественная история* 2.162; Дикеарх, фр. 118 Mirhadi).

Гемин (*Введения в явления* 5, раздел «Горизонт») сообщает, что горизонт – это предел видимости и его диаметр не превышает 2000 стадиев (35500 м). На самом деле, таким получается горизонт, если посмотреть на море с очень высокой горы (12 стадиев равны примерно 2000 м). Можно предположить, что Гемин здесь пользуется расчетами Дикеарха (см. фр. 119)⁵.

Общую картину портит одно позднее свидетельство: «Древние писали, что обитаемый мир (ойкумена) представляет собой окружность с Элладой в центре и Дельфами в центре Эллады. Ведь

⁵ Подробнее см. перевод и комментарий А.И. Щетникова к учебнику астрономии Гемина [2, с. 32]. Первые оценки размера Земли были проведены еще при Аристотеле, вероятно, Евдоксом из Книды (Аристотель, *О небе* 298a15–22, ср. Страбон, *География* 2.5.14), который, на основании своих наблюдений за восходом Канопуса, сделал вывод о том, что размер Земли составляет ок. 40 тыс. стадиев (ок. 80 тыс. км.). Специально об измерении расстояний в древности и об античных представлениях о сферичности Земли см. основательные работы А.И. Щетникова [2, с. 216–268].

именно там расположен пуп земли. Однако Демокрит, очень ученый муж, первым заметил, что земля продолговатой формы, в длину в полтора раза больше, нежели в ширину, и Дикеарх перипатетик согласен с ним» (Агафемер, *Географический очерк*, пред. 2 (GRBS v. 16 [1975], p. 60.24–28 Diller; Дикеарх, фр. 122 Mirhadi).

Ясно, что Дикеарх, который учил о сферической Земле, не мог быть согласен в этом отношении с Демокритом, сторонником теории плоской Земли. Очевидно, Агафемер путает Землю как целое с ойкуменой (обитаемой землей), которая, с точки зрения грека, действительно выглядела продолговатой. Так, карта Птолемея растянута с запада на восток по сравнению с современной примерно в 1,4 раза. Главная причина ошибки – это, конечно, непреодолимые трудности, с которыми сталкивались древние при измерении широты. Многие исследователи считают, что ошибка обусловлена неверной оценкой размеров Земли, принятой Птолемеем, так как он отказался от правильной оценки Эратосфена в пользу заниженной оценки Посидония. Но мы видим, что во времена Дикеарха оценка размеров Земли была как раз завышена. Точные исследования показывают, что ситуация более комплексная и ошибка по долготе в античных картах не может быть объяснена одной универсальной причиной, о чем подробнее см. недавние работы Д.А. Щеглова [3; 4].

II

Итак, согласно Плинию (2.162), Дикеарх по поручению македонских царей занялся измерением высоты гор и показал, что высота горы Пелион достигает 1250 шагов. Мы видели, что этот результат мог иметь значение для доказательства сферичности земной поверхности, хотя не исключено, что македонские цари преследовали и более практические цели.

Гора Пелион расположена в Фессалии. Согласно современным данным, высота ее вершины составляет 1651 м. Если Плиний имеет в виду римский «двойной шаг» (*passus*), равный 1,48 м, то оценка высоты горы Дикеархом – 1850 м – несколько завышена. В принципе, многие горы в Греции (в том числе Пелион) удобно наблюдать с побережья или, возможно, с моря, однако Дикеарх мог измерять их высоту и находясь на удобном плоском месте у подножия, тогда его данные – это относительная высота вершины, которая по современным сведениям для Пелиона составляет 1453 м. То-

гда получается, что оценку высоты этой горы Дикеарх проделал с еще большей погрешностью (около 20%).

По свидетельству Гемина (*Введение в явления* 17.5; Дикеарх, фр. 119), «высота Киллены меньше пятнадцати стадиев, согласно измерениям, проведенным Дикеархом; а вертикальный отвес горы Атабирион меньше восьми стадиев». Гора Киллена (совр. Силина) – одна из высочайших на Пелопоннесе (2374 м). Если предположить, что Дикеарх использовал аттический стадий (177,6 м), то его оценка высоты – не более 2600 м. Атабирион (совр. Атабирис) – наиболее заметная гора на о. Родос, высотой 1215 м, а по оценке Дикеарха – не выше 1400 м.

Какими методами производились эти измерения? До нас дошло единственное свидетельство об этом. Согласно Теону Смирнскому (*Изложение предметов, полезных при чтении Платона*, р. 124.19–125.1 Hiller; Дикеарх, фр. 120), «разница высот по вертикали (“по отвесу”, *κατὰ κάθετον*) между высочайшей горой и самым низким местом на суше составляет менее десяти стадиев, как это обнаружили, как говорят, Эратосфен и Дикеарх. Эти большие расстояния наблюдались при помощи инструментов (*ὄργανικῶς*): использовалось оптическое устройство [диоптр], позволяющее измерять величины по интервалам (*τὰ ἐξ ἀποστημάτων μευέθη μετρούσας δίοπτρας*)».

Сложные инженерные и геодезические расчеты, которые под руководством Евпалина еще в VI в. успешно проделали строители туннеля на Самосе (из недавних работ см. [5; 9]), позволяют предположить, что Дикеарх имел в своем распоряжении нужные приборы (например, диоптр для точного определения направления на вершину и хоробат для проведения процедуры нивелировки по высоте) и знал разнообразные методы расчета расстояний до удаленных предметов с использованием свойств подобия треугольника. Наверное, он мог применять для этого и метод зеркального отражения. И все же точное измерение высоты недоступной горы представляет сложность скорее с практической, нежели с теоретической точки зрения. Видно, что Дикеарх постоянно завышает высоту гор. Возможно, дело здесь прежде всего в том, что наблюдаемые горные вершины, которые обычно несколько скруглены, при расчетах «заострялись», чтобы на чертеже образовать вершины соответствующих подобных треугольников. Может, именно поэтому наши авторы всегда приводят верхний предел высоты («не выше восьми ста-

диев» и т.д.). Источник этой систематической ошибки можно усмотреть и в психологии самого экспериментатора (гора снизу всегда кажется больше, чем на самом деле). П. Кейзер [7, с. 356] предполагает также влияние различных оптических эффектов, вроде искажений очертаний гор из-за испарений в жаркую погоду, однако сам же признает, что подобного рода явления сами по себе вряд ли могли привести к столь серьезной ошибке. Иными словами, главная проблема измерителя все же состояла в том, что во многих случаях совсем непросто рассмотреть вершину горы, а значит определить точное направление на нее и соответствующий угол.

Литература

1. *Афонасин Е.В.* Дикеарх из Мессины: Фрагменты и свидетельства // *Аристотель: Идеи и интерпретации* / Под ред. М.С. Петровой. – М.: Аквилон, 2017. – С. 116–171.
2. *Афонасин Е.В., Афонасина А.С., Шетников А.И.* Античный космос: Очерки истории античной астрономии и космологии. – СПб: 2017.
3. *Щеглов Д.А.* Ошибка по долготе в географии Птолемея // *ΣΧΟΛΗ (Schole)*. – 2015. – Т.9 – С. 9–23.
4. *Щеглов Д. А.* Карта Птолемея и античные периплы // *ΣΧΟΛΗ (Schole)*. – Т.10. – 2016. – С. 671–698.
5. *Apostol T.* The Tunnel of Samos // *Engineering and Science*. – 2004. – Vol. 1. – P. 30–40.
6. *Dicaearchus of Messana: Text, Translation, and Discussion* / Ed. by W. Fortenbaugh, E. Schütrumpf. – New Brunswick, NJ; London: Transaction Publ., 2001.
7. *Keyser P.* The Geographical Works of Dicaearchos // Ed. by W. Fortenbaugh, E. Schütrumpf. – New Brunswick, NJ; London: Transaction Publ., 2001. – P. 353–372.
8. *Mirhady D.* Dicaearchus of Messana: The Sources, Text and Translation // Ed. by W. Fortenbaugh, E. Schütrumpf. – New Brunswick, NJ; London: Transaction Publ., 2001. – P. 1–142.
9. *Olson E.* How Eupalinos navigated his way through the mountain: An empirical approach to the geometry of Eupalinos // *Anatolia Antiqua*. – 2012. – Vol. XX. – P. 25–34.
10. *Shipley D.* Pseudo-Skylax and the Natural Philosophers // *Journal of Hellenic Studies*. – 2012. – Vol. 132. – P. 121–138.

References

1. *Afonasin, E.V.* (2017). Dikearkh iz Messiny: Fragmenty i svidetelstva [Dicaearchus of Messana: Fragments and Testimonia]. In: Petrova, M.S. (Ed.). *Aristotel: idei i interpretatsii* [Aristotle: Ideas and Interpretations]. Moscow, Akvilon Publ., 116–171.
2. *Afonasin, E.V., A.S. Afonagina & A.I. Shchetnikov.* (2017). *Antichnyy kosmos: Ocherki istorii antichnoy astronomii i cosmologii* [Ancient Cosmos: Essays on Ancient Astronomy and Cosmology]. St. Petersburg.

3. *Shcheglov, D.A.* (2015). Oshibka po dolgote v geografii Ptolemeya [The error in longitude in Ptolemy's geography]. ΣΧΟΛΗ (Schole). – Vol. 9, 9–23.
4. *Shcheglov, D.A.* (2016). Karta Ptolemeya i antichnye periply [Ptolemy's map and ancient *periploi*]. ΣΧΟΛΗ (Schole). – Vol. 10, 671–698.
5. *Apostol, T.* (2004). The tunnel of Samos. *Engineering and Science*, 1, 30–40.
6. *Fortenbaugh, W. & E. Schütrumpf* (Eds.). (2001). Dicaearchus of Messana: Text, Translation, and Discussion. New Brunswick, NJ & London, Transaction Publ.
7. *Keyser, P.* (2001). The geographical works of Dicaearchos. In: Fortenbaugh, W. & E. Schütrumpf (Eds.). (2001). Dicaearchus of Messana: Text, Translation, and Discussion. New Brunswick, NJ & London, Transaction Publ., 353–372.
8. *Mirhady, D.* (2001). Dicaearchus of Messana: The sources, text and translation. In: Fortenbaugh, W. & E. Schütrumpf (Eds.). (2001). Dicaearchus of Messana: Text, Translation, and Discussion. New Brunswick, NJ & London, Transaction Publ., 1–142.
9. *Olson, E.* (2012). How Eupalinos navigated his way through the mountain – An empirical approach to the geometry of Eupalinos. *Anatolia Antiqua*, XX, 25–34.
10. *Shipley, D.* (2012). Pseudo-Skylax and the natural philosophers. *Journal of Hellenic Studies*, 132, 121–138.

Информация об авторе

Афонасин Евгений Васильевич – доктор философских наук, профессор, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2); Институт философии и права СО РАН (630090, Новосибирск, ул. Николаева, 8, e-mail: afonasin@gmail.com)

Information about the autor

Afonasin Evgeniy Vasilyevich – Doctor of Sciences (Philosophy), Professor at the Novosibirsk National Research State University (2, Pirogov st., Novosibirsk, 630090, Russia); Institute of Philosophy and Law, SB RAS (8, Nikolaev st., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: afonasin@gmail.com)

Дата поступления 10.01.2018