
АРГУМЕНТАЦИЯ В НАУКЕ

*Дмитрий Панченко*¹

ПАРАДОКС ДРЕВНЕЙ АРГУМЕНТАЦИИ ШАРООБРАЗНОСТИ ЗЕМЛИ²

Аннотация. Древняя аргументация шарообразности Земли, на первый взгляд, кажется превосходно разработанной. На деле, однако, ни один из используемых доводов не является по настоящему убедительным. Большинство из них не учитывает те принципы, на которых была выстроена система Анаксимена. Исключением является довод, отсылающий к очертаниям тени во время лунных затмений. Однако само объяснение лунных затмений долгое время оставалось в статусе гипотезы — так что выходило обоснование одной гипотезы через другую. Почти безоговорочное признание шарообразности Земли древними учеными, философами и образованными людьми произошло не под воздействием какого-то особого факта или довода. Вопрос был постепенно решен в среде профессиональных астрономов, чьему вердикту последовали другие.

Ключевые слова: греческая астрономия, спор о форме Земли, Парменид, Анаксимен, Аристотель, Евдокс.

Dmitri Panchenko

THE PARADOX OF ANCIENT PROOFS OF THE SPHERICITY OF THE EARTH

Abstract. A standard ancient account of why one should accept the sphericity of the Earth may seem smooth and unproblematic. It turns out, however, under closer examination that none of the ancient proofs is truly convincing. Most of them ignore considerations on which the system of Anaximenes was built. The only one that cannot be met within the system of Anaximenes is the proof that involves the outline of the shadow seen during lunar eclipses. But to resort to this proof meant arguing the hypothesis of the sphericity of the Earth through the hypothesis (not yet firmly established) of what produces lunar eclipses. The sphericity of the Earth was not a theory accepted under the pressure of a particular crucial observation or argument. It was a complicated matter settled in the course of time among the professionals. All alternative possibilities were examined and rejected, while sphericity of the Earth was found to have been in good agreement with all sorts of data and considerations.

Keywords: Greek astronomy, shape of the Earth, Parmenides, Anaximenes, Aristotle, Eudoxus.

¹ *Панченко Дмитрий Вадимович*, кандидат исторических наук, доцент СПбГУ и Высшей школы экономики в Санкт-Петербурге.

Dmitri Panchenko, PhD, associate professor, Saint-Petersburg State University and Higher School of Economics in Saint-Petersburg

dmpanchenko@yahoo.com

² Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-011-00835.

Учение о шарообразности Земли — одно из замечательных достижений греческой науки. Оно тем более удивительно, что идет вразрез не только с непосредственным опытом, но и с обычной человеческой интуицией. Сколько раз поднимали на смех умников, по утверждениям которых якобы получалось, что в другом полушарии люди и корабли передвигаются вверх тормашками! Тем не менее, греческая наука настаивала на шарообразности Земли с такой убежденностью и убедительностью, что, поверив в справедливость этой идеи, Колумб и Магеллан отправились в свои знаменитые плаванья. Казалось бы, учение о шарообразности Земли должно предстать в античной традиции аргументированным наилучшим образом. Так и принято думать. Мы, однако, рассчитываем показать, что ни один из классических доводов в пользу шарообразности Земли не является достаточно убедительным; а показав это, мы попытаемся понять, о чем говорит такое положение вещей и что из него следует для истории астрономии и научной аргументации³.

Поясним прежде всего, что древние не донесли до нас каких-либо сведений о том, на каких основаниях была впервые сформулирована точка зрения, согласно которой Земля по форме подобна гигантскому шару. Мы, правда, слышим о том, кого древние считали автором идеи: одни источники называют имя Пифагора, но лучшие — Парменида; творческая активность первого относится к последней трети VI в. до н. э., а второго — скорее к концу VI — началу V в. до н. э. В одной из работ я высказал предположение, что Пармениду было доступно более подробное сообщение о плавании финикийцев вокруг Африки, чем то, которое представлено у Геродота (*Hdt.* 4.42.4), и что в этом сообщении фигурировал поразивший мореплавателей факт, а именно: на далеком юге звезды обращаются не вокруг северного, а вокруг южного небесного полюса! На основании чего Парменид заключил, что море, омывающее Африку, никак не может покрывать плоскую Землю — ведь в таком случае было бы невозможным видеть попеременно то северный, то южный небесный полюс. Однако в древности было принятым сомневаться в достоверности удивительных рассказов мореплавателей о местах, в которых, кроме самих рассказчиков, никто не был. Трудно представить, чтобы в поэме Парменида, формально построенной на откровении, полученном из уст богини, фигурировала ссылка на сообщение финикийцев. Так или иначе, то единственное (как мы увидим) знание, которое немедленно делало невозможным представление о плоской Земле, не стало частью науч-

³ Материал этой статьи был частично представлен в докладе «Pliny on the Sphericity of the Earth» на международной конференции «Плиний Старший и его время: политика, идеология, знание» (Москва, РАНХиГС, 26–28 сентября 2018 г.). Данная статья близилась к завершению, когда я получил (14 ноября 2018 г.) от моего голландского коллеги Дирка Купри электронную версию его книги, печатный вариант которой выйдет в начале 2019 г. Оказалось, что мы шли параллельными курсами и Купри также уделил внимание несовершенству древних доказательств шарообразности Земли (Cooprie 2018: 241–260). Купри, впрочем, ограничился лишь критикой; извлечь какие-либо историко-научные выводы из выявляющегося положения дел он не попытался.

ной традиции. Никто из древних авторов не ссылается на обращение звезд вокруг южного небесного полюса как на эмпирически установленный факт.

Самое раннее дошедшее до нас сочинение, в котором представлены научные доводы в пользу шарообразности Земли, — трактат «О небе», принадлежащий Аристотелю (384–322). Аристотель приводит два (или, если угодно, три) эмпирических довода, не уточняя, кто является их автором. Он говорит о том, что наблюдение лунных затмений приводит к выводу, что Луна заслоняется от источника света шарообразным телом, а тело это — Земля⁴, и о том, что картина звездного неба меняется при перемещении на север или на юг, причем некоторые звезды, видимые в Египте, не видны в северных странах, а некоторые звезды, которые в северных странах предстают незаходящими, в Египте заходят⁵. Эти доводы сплошь и рядом воспринимаются учеными как реальные *основания*, на которых была выстроена концепция шарообразности Земли. На деле они пригодны скорее для того, чтобы проиллюстрировать эту идею для тех, кто не собирается ее оспаривать, нежели для того, чтобы убедить тех, кто готов подвергнуть ее критике.

К середине IV в. до н. э., когда приблизительно писал Аристотель, вопрос о природе лунного света был решен более или менее окончательно, но во времена Парменида, на полтора века раньше, это было далеко не так. Оставалось неясным, например, почему во время лунных затмений Луна обычно слегка видна, но бывает, что и не видна вовсе. Было бы странным обосновывать одну гипотезу (шарообразности Земли) посредством другой (о природе лунного света). Существенный вклад в разработку теории лунного света древние приписывали Анаксагору (Panchenko 2002), а он как раз выступил против идеи шарообразности Земли (Panchenko 1997; Coupré 2011: 181–188). Характерно, что в других дошедших до нас сочинениях довод, приводимый Аристотелем, не используется — в том числе Птолемеем. Интересно также, что в популярном учебнике астрономии, написанном в римское время

⁴ *Cael.* 279b23: «Кроме того, [шарообразность Земли] доказывается чувственным опытом. Во-первых, не будь это так, затмения луны не являли бы собой сегментов такой формы. Факт тот, что в месячных фазах терминатор принимает всевозможные формы (он бывает и прямым, и выпуклым с обеих сторон, и вогнутым), а в затмениях терминирующая линия всегда дугообразна. Следовательно, раз Луна затмевается потому, что ее заслоняет Земля, то причина [такой] формы — округлость Земли, и Земля шарообразна» (пер. А. В. Лебедева).

⁵ *Cael.* 279b32: «Во-вторых, наблюдение звезд с очевидностью доказывает не только то, что Земля круглая, но и то, что она небольшого размера. Стоит нам немного переместиться к югу или к северу, как горизонт явственно становится другим: картина звездного неба над головой значительно меняется и при переезде на север или на юг видны не одни и те же звезды. Так, некоторые звезды, видимые в Египте и в районе Кипра, не видны в северных странах, а звезды, которые в северных странах видны постоянно, в указанных областях заходят. Таким образом, из этого ясно не только то, что Земля круглой формы, но и то, что она небольшой шар: иначе мы не замечали бы [указанных изменений] столь быстро в результате столь незначительного перемещения» (пер. А. В. Лебедева).

Клеомедом, мы встречаем обратный ход мысли — шарообразность Земли используется для обоснования правильной теории лунного света⁶.

В споре о форме Земли был использован и специфический, редкий тип лунных затмений. Вот что сообщает Клеомед:

«Некоторые говорят, что лунное затмение может происходить и тогда, когда оба светила видны над горизонтом, и отсюда становится ясным, что Луна затмевается не от того, что она попадает в земную тень, но как-то иначе... О том, как разрешить эту апорию, говорили уже древнейшие математики. Они утверждали, что оба светила могут быть одновременно над горизонтом, и при этом Луна, будучи в точности диаметрально противоположной Солнцу, попадет в земную тень. Для широкой и плоской фигуры Земли этого произойти не может; а вот для сферической фигуры возможно, чтобы оба божественных тела, будучи в точности диаметрально противоположными друг другу, были видны над горизонтом... При этом друг другу они не видны, нам же нахождение на выпуклости Земли не мешает видеть их оба; и друг другу они представляются опустившимися за горизонт, а мы, находясь на возвышении, видим их над выпуклостью» (*Cleom.* II.6; пер. А. И. Щетникова с незначительными изменениями).

Сам Клеомед не принимает приведенного объяснения. По его убеждению, оно работает, лишь если высоко подняться над Землей, тогда как для того, кто находится на ее выпуклости, «то, что за находится за ней, не видно из-за величины Земли». Он явно предпочел бы отвергнуть реальность описанного явления и объявить его выдумкой, но не решается на это. Его объяснение сводится к тому, что Солнце на деле находится ниже горизонта, но в силу того или иного оптического эффекта кажется незашедшим. Здесь он не расходится с представлениями науки наших дней. Но для наших целей интересней другое. Мы видим, что очередной довод оказывается уязвимым: он опирается на слишком редкое явление и исходит из несомненности определенной теории лунного света и лунных затмений. К тому же он оказывается не вполне корректным. Остается прибавить, что мы встречаем его только у Клеомеда.

⁶ *Cleom.* II.6: «И так мы ясно устанавливаем, что Луна имеет одну причину затмения — сокрытие, когда она попадает в земную тень и становится невидимой, лишаясь падающих на нее солнечных лучей, которыми всегда освещена ее сторона, обращенная к Солнцу. Об этом же с необходимостью свидетельствует и то, что освещенная часть при затмении отсечена по окружности. Когда сферическая фигура попадает в тень, имеющую конусовидную фигуру, ее видимая освещенная часть оказывается отсеченной по окружности. Ведь когда сферическая фигура встречается с конусовидной фигурой, невидимой становится та ее часть, которой коснулась конусовидная тень, а оставшая еще не затемненная часть с необходимостью отсечена по окружности и имеет серповидную фигуру» (пер. А. И. Щетникова).

Если доводы в пользу шарообразности Земли, связанные с наблюдаемой картиной лунных затмений, не пользовались популярностью у древних авторов, то доводы, связанные с изменением картины звездного неба при перемещении с севера на юг (или в обратном направлении), повторяются в наших источниках многократно. Они фигурируют у римского поэта начала I века Манилия (*Manil.* I.215–220), в «Естественной истории» Плиния Старшего (*HN* II.178), над которой тот работал в 70-е годы того же столетия, а также у жившего несколько позже Теона из Смирны (*Theon.* p. 121 Hiller) и Клеомеда (I.8). У всех, за исключением последнего, заходит речь о появлении Канопуса (яркой звезды на южном небе) и о том, где и насколько видны или не видны звезды Медведиц. Клеомед же подчеркивает, что при плоской фигуре Земли наклон небесного полюса над горизонтом и небесный арктический круг были бы для всех одинаковы, тогда как на деле среди обитателей ойкумены эфиопы видят полюс на наименьшей высоте, а британцы — на наибольшей. Птолемей коротко говорит: «чем больше мы будем продвигаться по направлению к северу, тем больше будет скрываться южных звезд и открываться северных» (*Ptol. Synt.* I.4; пер. И. Н. Веселовского).

Эти столь «несомненные» доказательства потребуют обстоятельного обсуждения, и будет удобным задержаться прежде на группе связанных между собой доводов, которые у Аристотеля отсутствуют, но охотно используются поздними авторами. Все они выстроены вокруг явлений, наблюдаемых при перемещении корабля в море; все они призваны доказать шарообразность водной поверхности Земли.

В астрономическом руководстве, написанном Клеомедом, читаем следующее:

«Когда мы подплываем к суше, сначала становятся видны горные вершины, а все прочее еще не видно из-за выпуклости воды. Затем, по мере приближения, над этой выпуклостью поднимаются и становятся видны склоны гор и их подошвы. И какая бы часть одного корабля не наблюдалась с палубы другого корабля, если забраться на мачту и подняться над лежащей впереди выпуклостью, будет видно больше. А когда корабли уходят от берега, сначала скрываются их корпуса, а мачты все еще видны; если же они идут с моря к суше, схожим образом первым делом становятся видны мачты, а корпуса все еще скрываются за выпуклостью воды. Все это проясняется доказательствами на чертежах, а потому фигура Земли является сферической» (*Cleom.* I.8; пер. А. И. Щетникова. С. 116).

Сходно об этом пишет Теон из Смирны (*Theon.* p. 122–123 Hiller), который даже рисует чертеж (способный впечатлить тех, кто совсем неопытен в геометрии).

Не менее решительно в «Географии» Страбона (начало I в.) — со ссылкой на авторитеты, не менее почтенные, чем математика:

«Ясно, что кривизна моря препятствует морякам видеть отдаленный свет [огней] на уровне их глаза. Во всяком случае огни над уровнем глаз становятся видимыми, хотя бы они находились на большем расстоянии от наблюдателя. Подобным же образом, если сами глаза подняты, они видят то, что прежде было невидимо. Это отметил и Гомер, ибо такой смысл имеют его слова:

Поднятый кверху волной и взглянувший
Быстро вперед, [невдали пред собою увидел он землю]⁷.

Кроме того, когда моряки приближаются к земле, их взорам открываются постепенно прибрежные части, и то, что сперва казалось низким, постепенно вырастает все выше и выше» (*Strab.* I.1.20; пер. Г. А. Стратановского).

В одном, но существенном отношении эту группу доводов хорошо прокомментировал А. И. Щетников: «Довод о кораблях, скрывающихся за горизонтом, и об островах, поднимающихся из-за горизонта при приближении к ним — поздний, добавочный, иллюстративный. Корабли и острова видели многие люди и народы, но вывода о сферичности Земли из этих наблюдений почему-то не сделал никто».

Но ослабляет ли это справедливое замечание силу приведенных доводов там, где уже сложилась традиция споров о форме Земли? Постараемся вникнуть в ситуацию. То, что слишком хорошо знакомо, само по себе не порождает проблему — для это нужен новый опыт, новая идея. Проблема появилась, и вдруг оказалось, что определенные факты, которые можно использовать в споре, под рукой. Тому, кто уже верит в шарообразность Земли, эти факты покажутся более чем красноречивыми. Но вопрос в том, смогли ли бы они убедить привычного к спорам о природе вещей грека, скептически настроенного к допущению, что корабли в другом полушарии плавают мачтой вниз? Мне кажется, он нашел бы, что возразить. При удалении от каких-либо предметов, сказал бы он, дольше в поле нашего зрения остаются не только те, что отличаются яркостью (как сигнальные огни, а также звезды, луна и солнце), но и те, что отличаются величиной. Мы дальше и дальше видим большое. Поэтому же при удалении корабля от берега последними становятся невидимы горы, а при приближении корабля к берегу они же раньше показываются. Тонкую мачту, положим, не назовешь большим телом, но по высоте она все же много больше, чем корпус корабля.

С дозорной башни, продолжает наш воображаемый спорщик, мы видим дальше, потому что ничто не заслоняет вид. Трудно сказать, почему мы больше видим с палубы корабля, поднятого волной, или же забравшись на мачту. Во всяком случае, мы знаем, что влага подвержена испарению и что

⁷ *Od.* V, 392–393 (пер. В. А. Жуковского).

туман влажен, и что в смысле препятствия для зрения у тумана есть множество градаций: то он скрывает от глаз относительно далекие предметы, то — находящиеся совсем рядом. Возможно, это зависит от степени его плотности. Вероятно, над поверхностью моря всегда (или почти всегда) висит легкая пелена, которая незаметна для глаз, но которая тем не менее мешает нам видеть удаленные объекты; когда мы возвышаемся над ней, оказавшись на гребне волны или забравшись на мачту, мы видим то, что этой пеленой было скрыто. И вообще существуют самые разнообразные оптические эффекты. Например, в какую бы мы сторону ни посмотрели, сильно удаленные предметы, дальняя часть обширной водной поверхности представляются нам расположенными выше, чем ближние⁸. Что это говорит о поверхности Земли и моря?

Словом, доводы с кораблем очень хороши для иллюстрации, но для обоснования теории они совершенно недостаточны.

Вернемся теперь к ссылкам на меняющуюся картину неба и, в частности, появление звезд, не видимых в прежнем месте. В какой-то момент такого рода факты, воспринятые как свидетельства о кривизне земной поверхности по направлению к северу и югу, были объединены с данными в пользу ее кривизны с востока на запад. Излюбленным доводом стало указание на то, что такое событие, как лунное затмение, которое происходит в одно и то же время для всех, в разных местах наблюдается в разное местное время, причем чем дальше к востоку, тем более поздним оказывается час по местному времени (*Manil.* I.222–227; *Cleom.* I.8; *Theon.* p. 121 Hiller). Плиний приводит конкретный пример — лунное затмение 331 г. до н. э., произошедшее около времени решающей битвы между войсками Александра Македонского и Дария III (*HN* II.180)⁹.

Из данных о наблюдении одних и тех же лунных затмений в разное местное время с необходимостью следовал вывод, что не существует общего восхода Солнца для всей Земли; получалось, что Солнце обходит Землю по кругу с востока на запад. Первая половина этого вывода следовала уже из более доступного факта неравной продолжительности дней и ночей в разных местах (на разных широтах) Земли. В результате установленные факты не только доставляли мощный довод в пользу кривизны земной поверхности, но, как считалось, наносили сокрушительный удар по идее плоской Земли. По словам Плиния, «если бы Земля была плоской, то все явления происхо-

⁸ Этот эффект начиная с Ренессанса последовательно используют пейзажисты; его можно наблюдать и на фотографиях — как и собственными глазами.

⁹ Плиний упоминает и недавнее солнечное затмение (30 апреля 59 г.), которое в Италии (в Кампании) наблюдалось между часом и двумя пополудни, а в Армении, по сообщению находившегося там римского полководца, — между четырьмя и пятью. Такого рода положение дел достаточно типично, хотя солнечное затмение, в отличие от лунного, не наступает одновременно для всех, но полоса затемнения перемещается по поверхности Земли. Птолемей в связи с доказательством шарообразности Земли говорит о «затмениях, и лунных в особенности» (*Ptol. Synt.* I.4).

дили бы для всех одновременно и ночи не были бы неравной продолжительности» (*HN* II. 180; сходно: *Cleom.* I. 8).

Итак, мы отправляемся из Греции или Италии в Египет и видим одну из ярчайших звезд — Канопус, которая по мере нашего продвижения в южном направлении все выше поднимается над горизонтом, тогда как обе Медведицы опускаются все ниже, а некоторые из их звезд перестают быть даже видны. Мы раз за разом убеждаемся в том, что в более восточных странах лунное затмение фиксируется в более поздний час, а в более западных — в более ранний. Мы знаем, что продолжительность дня или ночи на юге и севере совсем не одинакова, и заключаем, что такое невозможно при плоской Земле. Какая стройная система доказательств шарообразности Земли! Казалось бы, исчерпывающая. На деле — ничуть не бывало!

Изменение высоты околополярных звезд над горизонтом при перемещении наблюдателя вдоль меридиана само по себе недостаточно для заключения о кривизне земной поверхности. В ответ можно было постулировать хорошо знакомую всем оптическую иллюзию: предметы, находящиеся в отдалении от нас, кажутся находящимися низко над горизонтом; так, небо кажется сливающимся с землей на удаленном противоположном берегу залива, озера или поля, а когда мы приближаемся к тому месту, где они «сливаются», небо «отрывается» от поверхности воды или земли.

Сходным образом появление в Египте новой (для греков) звезды над горизонтом можно было объяснять ссылкой на общедоступный опыт: когда мы сильно удаляемся от какого-либо крупного предмета, он в какой-то момент теряется из виду и вновь появляются при приближении. В наших работах было показано, что на такого рода соображениях была выстроена система Анаксимена, старшего современника Парменида, и что взгляды Анаксимена были чрезвычайно влиятельны на протяжении нескольких десятилетий, но потом раз и навсегда были отброшены греческой наукой. Но как быть с разной продолжительностью дня на разных широтах и фиксацией одновременных событий (лунных затмений) в разное время в местах, отстоящих друг от друга по долготе? Система Анаксимена давала ответы и на эти вопросы, хотя его Земля была плоской «как стол» (такое обозначение ее закрепилось в греческой доксографии).

Итак, по теории Анаксимена, светила движутся лишь над Землей и вопреки обманчивому впечатлению не заходят за горизонт. Столь очевидный, казалось бы, заход Солнца — всего лишь оптическая иллюзия, связанная с его удалением от нас:

«Солнце прячется не потому, что заходит под Землю, но потому, что скрывается за более высокими сторонами Земли, а также оттого, что *удаляется от нас на большее расстояние*» (13 A 7.6 DK).

Надо сказать, что ученые, занимавшиеся ранней греческой космологией, систему Анаксимена, в сущности, не поняли. Они истолковывали ее в свете общего замечания Аристотеля: «Многие из старинных исследователей небесных явлений были убеждены в том, что Солнце движется не под Землей, но вокруг Земли... а исчезает и творит ночь оттого, что на севере Земля возвышается» (*Mete.* 354a28; 13 A 14 DK; пер. А. В. Лебедева). Словам же, выделенным мною курсивом, большинство из них вообще не уделило внимания¹⁰. Тем самым одному из зачинателей теоретической астрономии они приписали собственное невнимание к наиболее легко устанавливаемым астрономическим фактам. Факты эти таковы. В «летнее» полугодие, от весеннего равноденствия до осеннего, Солнце восходит и заходит на северо-востоке и северо-западе, а в «зимнее» полугодие оно восходит и заходит на юго-востоке и юго-западе. Дальше всего к северу и дальше всего к югу Солнце восходит и заходит в дни летнего и зимнего солнцестояний (на широте Милета — под углом ок. 30°). Отсюда совершенно ясно, что, по меньшей мере, в течение «зимнего» полугодия возвышение Земли на севере не может быть причиной наступления ночи. Полностью исключено, чтобы Анаксимен, живший на берегу моря, где удобно было наблюдать, по крайней мере, заходы Солнца, не признавал этого. Что касается замечания Аристотеля, то, во-первых, он был твердо уверен в том, что современная ему астрономия наголову выше древней (*An. Pr.* 46a19; *Mete.* 339b8, 30; *Cael.* 297a4; *Part. an.* 639b8), и потому мог не заботиться о щепетильности в формулировках (и у нас еще будет повод уточнить значение его свидетельства). Во-вторых, оно высказано не в связи вопросом о заходах Солнца, а в связи с вопросом о возвышении Земли на севере, каковое долгое время считалось фактом — ведь на него указывали и могучие реки, текущие с севера в Черное море, и хорошо известное мореходам течение из Черного моря в Мраморное (*Aristot. Mete.* 354a14–32; *Strab.* I, 3, 4). В-третьих, возвышение на севере, блокирующее прямой солнечный свет, могло использоваться для объяснения продолжительности северных сумерек или еще с какой-нибудь целью. Суть, собственно, в том, что это возвышение вполне совместимо с принципом иллюзорности заходов и восходов Солнца и объяснения соответствующих иллюзий поочередным удалением и приближением светила.

Системе Анаксимена¹¹ предшествовала великая идея Анаксимандра о Земле, пребывающей в центре всех обращений, без всякой опоры. Из сочинений Анаксимандра и Анаксимена до нас дошли считанные цитаты, все остальное мы знаем по пересказам — поздним и предельно кратким. В этих

¹⁰ См. такие авторитетные работы, как: Heath 1981 [1913]: 41; Guthrie 1962: 137 f.; Kirk, Raven, Schofield 1983: (Кёрк все же мельком упоминает слова об увеличивающемся расстоянии, но отделяется глубокомысленным замечанием: «this may be a doxographical addition»). А. В. Лебедев в своем переводе свидетельства дополняет текст, предлагая усмотреть во второй части фразы объяснение того, почему наступает зима, но для этого нет оснований: текст исправлен и подкрепляется близким свидетельством о взглядах Ксенофана (21 A 41a DK).

¹¹ Более подробно о ней, чем в этой статье, см.: (Panchenko 2015; Панченко 2016: 82–91).

пересказах нет указаний на мотивы, по которым Анаксимен отверг теорию своего предшественника. Но об этих мотивах можно догадаться.

Анаксимандр не только заставил Землю парить без всякой опоры; он объявил, что Солнце по величине не меньше, чем Земля: это тоже был невероятно смелый шаг в верном направлении. Однако Земля у Анаксимандра по форме цилиндрическая. Трудно сказать, имел ли Анаксимандр в виду, что мы живем на плоской поверхности этого цилиндра (как это обычно понимается) или же на его «боковой», покатой по оси север-юг поверхности (есть основания принимать всерьез и такую возможность). Но в любом случае появлялись проблемы, которые система Анаксимандра не решала. А именно: почему летом в Ольвии (милетской колонии в Днепро-Бужском лимане) дни длиннее, чем в Милете, а в Навкратисе (общегреческой колонии в Дельте Нила) — короче? И почему зимой, наоборот, дни в Ольвии короче, чем в Милете, а в Милете — короче, чем в Навкратисе? На этот вопрос система Анаксимандра ответа не дает. Далее: если Солнце не меньше Земли — вероятно, имеется в виду, что для всей Земли существует один восход, один полдень и один заход. Но как тогда дни могут быть разной продолжительности?

Система Анаксимена дала правдоподобное объяснение тому факту, что летом дни длиннее на севере, чем на юге, а зимой — наоборот. Это можно усмотреть из рис. 1. Центр Земли находится в точке под небесным полюсом (P), который является центром всех обращений Солнца (в системе Анаксимена, где светила движутся лишь над Землей, небесный полюс один); мы находимся в точке (O), к югу от точки под полюсом. Круг ORV обозначает тот предел, на который распространяется наша способность видеть Солнце. Оно «заходит», когда выходит за рамки этого круга; оно «восходит», когда вновь оказывается в его пределах. Внутри предела видимости (ORV) оказывается более половины суточной орбиты Солнца в день летнего солнцестояния (SA) и менее половины суточной орбиты Солнца в день зимнего солнцестояния (SB). Перемещение наблюдателя к югу будет соответствовать на рисунке перемещению точки (O) вниз; соответственно вниз переместится и круг ORV, который при этом отсечет меньший сегмент от круга SA, но больший сегмент — от круга SB. Таким образом, у более южного наблюдателя летний день окажется короче, а зимний — длиннее. Ясно также, что дни и ночи будут разной продолжительности в разных местах в зависимости от удаленности места от полюса (в согласии, можно сказать, с тем, как это происходит на шарообразной Земле).

Если суточная орбита Солнца в течение года то сужается, то расширяется, должен, казалось бы, меняться угловой размер Солнца — соотношение его диаметра с суточной орбитой. Физический аспект теории Анаксимена включает возможный ответ на вопрос, как он справился с этой трудностью. По своему составу Солнце, Луна и планеты, согласно Анаксимену, представляют собой ядро, состоящее из «земли», в окружении пламени (13 А 14; ср.

А 6 DK)¹². Продолжительность суток в течение года остается неизменной. Если зимняя орбита Солнца намного больше летней (ср. SB и SA на рис. 1), значит — Солнце движется с соответственно большей скоростью. Пропорционально более быстрому движению Солнца накаляется «земляное» ядро и разгорается огненная оболочка. Солнце действительно увеличивается (или уменьшается) в размере, но это происходит строго пропорционально увеличению (или уменьшению) орбиты.

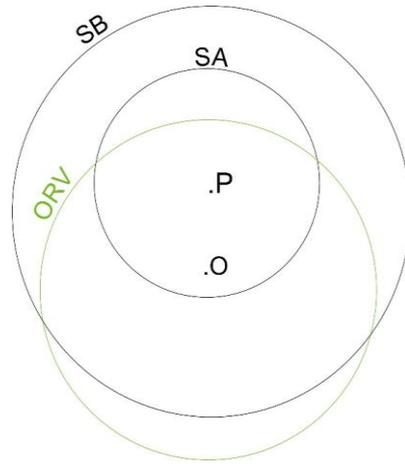


Рис. 1

В отличие от огромного Солнца Анаксимандра Солнце Анаксимена «много меньше Земли»¹³, и ее поверхность оно освещает не разом, а постепенно, двигаясь по кругу и освещая одну область за другой в соответствии с дальностью распространения солнечного света (рис. 2).

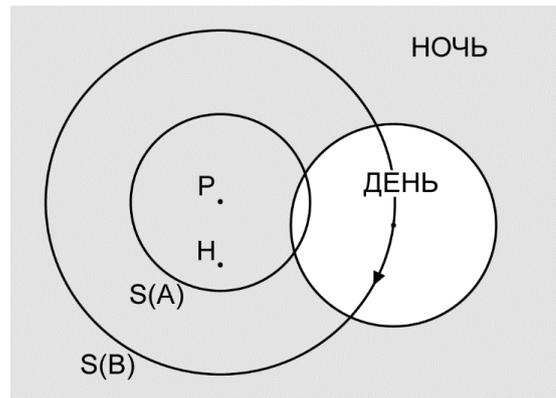


Рис. 2. Движение Солнца над Землей и распространение солнечного света в день зимнего солнцестояния в системе Анаксимена.

¹² См. далее (Bicknell 1969: 56).

¹³ Этого свидетельства нет в собрании Дильса—Кранца, нет его и во «Фрагментах ранних греческих философов» и т. д. Оно сохранилось в арабской ветви доксографической традиции — см.: (Daiber 1980: 399).

Легко усмотреть, что на Земле Анаксимена затмения будут фиксироваться в разное местное время точно так же, как и на шарообразной Земле.

Вопреки утверждениям Птолемея и авторов астрономических руководств, будто плоская форма Земли необходимым образом требует одного восхода одновременно для всех ее обитателей, в системе Анаксимена это не так. И если применительно к системе Анаксимена мы приходим к такому выводу на основании ее реконструкции, то в случае с Архелаем (сер. V в. до н. э.) мы имеем прямое, хотя и несколько запутанное свидетельство на этот счет: «Небо, утверждает он, наклонилось, и Солнце таким образом осветило Землю, сделав воздух прозрачным, а Землю сухой. В начале-то ведь она была озером, так как кругом она возвышена, а в середине вогнутая. В доказательство ее вогнутости он ссылается на то, что *Солнце восходит и заходит не одновременно для всех*, что должно было бы происходить, если бы она была ровная» (60 А 4.4 DK; пер. А. В. Лебедева).

Это сообщение долгое время оставалось необъяснимым, пока я не привлек средневековое свидетельство, в котором Архелаю в этой же связи приписывается представление о Земле, имеющей форму холма (Panченко 1999). При таком варианте легко понять, почему Солнце восходит и заходит не одновременно для всех: в любой момент оно скрыто от части обитателей Земли за «холмом»¹⁴, т. е. возвышением на севере — в околополярной области. Становится также понятным, что слова Аристотеля о возвышении на севере и древних философов не выдумка, а упрощение. Искажена, собственно, лишь проблема, которую эти философы решали: они не столько были заняты тем, чтобы объяснить ночь, сколько тем, чтобы объяснить, почему Солнце не восходит для всех одновременно. Отметим при этом следующее. Судя по упоминанию о наклоне космоса, Архелай не строит свою космографию на принципе оптической иллюзии, в соответствии с которым то обстоятельство, что небесный полюс для обитателей Эгеиды предстает совсем не в зените, а сильно наклоненным, объяснялось бы нашей удаленностью от точки под полюсом. Судя по тому же «наклону», его Солнце вечером уходит за горизонт. И если для Архелая важна «холмообразная» форма Земли, он, скорее всего, не пользуется принципом ограниченности распространения солнечного света. Таким образом, основные принципы космографии Анаксимена оставлены (и это сделал уже Анаксагор, которого древние называли учителем Архелая), и тем не менее это еще не ведет к принятию шарообразности Земли.

¹⁴ «Говорит Арислей (= Архелай): «Вы должны знать, что Земля — холм и она не плоская; оттого Солнце и не восходит в один и тот же час для всех склонов Земли. Ведь если Земля была бы плоской, то Солнце в один и тот же миг взойшло бы над всей Землей» (*Turba Philosophorum*, p. 57 Plessner). Слово *koilos*, которое используется в греческом варианте свидетельства, означает прежде всего «полюй». При описании формы предмета оно часто значит «вогнутый, впалый», но порой, наоборот — «выпуклый». Как мы знаем из Аристотеля, противники шарообразности Земли объясняли устойчивость Земли тем, что она держится громадной массой запертого снизу воздуха (*Cael.* 294b14). «Выпуклость» посередине Земли, очевидно, мыслилась наполненной воздухом.

Более того, если Солнце может оказаться скрытым от глаз «холмом» — возвышением на севере, то Луна — тем более. Натурфилософия V века придала этому возвышению определенную форму: ее Земля походила на щит, обращенный кверху выпуклой стороной; причем подчеркивалось, что такая выпуклость характерна именно для середины Земли, тогда как вокруг этого возвышения Земля плоская. Так нужно понимать свидетельства о форме Земли у Демокрита, и, по-видимому, сходными были представления Архелая и Анаксагора¹⁵. Но если считать Луну телом, размер которой позволяет ей спрятаться за возвышением в полярной области Земли, и если это возвышение имеет закругленную форму, то и затмения Луны можно было объяснять сходно с правильным объяснением, предполагающим шарообразную Землю.

Таким образом, сторонники плоской Земли были не так наивны, как принято думать. А мы теперь можем лучше понять, что требовалось для того, чтобы опровергнуть их концепцию. Так, только что приведенное объяснение лунных затмений вследствие попадания Луны в тень, отбрасываемой возвышением Земли на севере, отпадает, когда установлено правильное соотношение размеров Земли и Луны. Идею, что Солнце по размеру много меньше Земли, приходится оставить, когда раз за разом подтверждается, что в любом месте на поверхности Земли тень от гномона ведет себя так, как если бы гномон находился в центре солнечной орбиты. Возможность объяснять появление Канопуса при перемещении из Эгеиды в Египет тем, что мы попросту приблизились к этой звезде, исчезает, как только выясняется, что расстояния на поверхности Земли — ничто по сравнению с расстоянием от Земли до звезд. Наконец, систематическое сопоставление данных о продолжительности дня и ночи на разных широтах в разное время года также ведет к тому, чтобы принять шарообразную, а не плоскую форму Земли. Здесь не место вдаваться в то, как в точности соответствующее знание было получено (состояние наших источников требует обсуждения каждой детали). Суть представляется ясной: речь идет о знании, добываемом профессионалами посредством многократных наблюдений и измерений — измерений при помощи инструментов. Отчетливо вырисовывается и то, что учение о шарообразности Земли не получалось утвердить путем приведения какого-то несомненного доказательства — или пары таких доказательств. В результате всего нашего рассмотрения мы приходим к выводу, который звучит совсем не сенсационно, но который до сих пор не был и до реконструкции системы Анаксимена едва ли мог быть сформулирован: *учение о шарообразности Земли сложилось и получило общественное признание в результате консенсуса профессиональных астрономов.*

Можно ли уточнить, о каких именно астрономах идет речь? В «Федоне», относящемся к среднему периоду творчества Платона, шарообразность Зем-

¹⁵ Все это обосновывается в той же работе, в которой рассматривается форма Земли у Архелая. Принадлежность соответствующей идее Анаксагору поставлена там же под сомнение на основании свидетельств о его учении о Млечном Пути; теперь я склоняюсь к тому, что как раз эти свидетельства ненадежны.

ли признана, но излагается еще на особый, ненаучный лад. Платон, которому за шестьдесят, рекомендует Дионисию Младшему астронома Геликона из Кизика, ученика Евдокса (*Plat. Ep.* 13, 360c). Для Аристотеля спор о шарообразности Земли, в сущности, завершён, современная астрономия в его глазах — надёжная, многого добившаяся наука, а в «Метафизике» он использует работы как самого Евдокса, так и наиболее известного из его учеников — Каллиппа (*Metaph.* 1073b16–35). При жизни Аристотеля (и позднее в возрасте Платона) в греческом мире была, собственно, лишь одна влиятельная астрономическая школа — школа Евдокса. Она, я думаю, и ввела в общий обиход учение о шарообразности Земли.

Натурфилософам оставалось либо следовать профессионалам — как это сделал, например, Аристотель, либо обречь себя на насмешки, как произошло с Эпикуром, который с отчаянной смелостью объявил, что профессиональная астрономия ему не указ (Sedley 1976; Panchenko 1994: 54).

«*Mathematica mathematicis scribuntur*». Считается, что Коперник сказал это из осторожности. Но математика и в самом деле пишется для математиков — отчасти в силу природы вещей, отчасти потому, что до Галилея редко кому из математиков и астрономов (греческое *mathematikos* в изначальном значении охватывает тех и других) удавалось хорошо писать. Тем более можно признать естественным, что учение о шарообразности Земли, когда в нем пытались убедить широкую аудиторию, не излагалось со всей основательностью и строгостью. Впрочем, можно указать на ещё одну причину, в силу которой принятая аргументация оказалась столь упрощённой.

Причина эта конкретно-историческая. Против системы Анаксимена выступил ещё Анаксагор. Он восстановил в правах прохождение Солнца и прочих светил под Землей. (Я предполагаю, что Анаксагор установил шест на высокой горе Мимант и убедился в том, что тень от него падает снизу вверх — (Панченко 2016: 89–90).) Он же отказался от того, чтобы в своих построениях использовать принцип ограниченности распространения солнечного света. Это следует из того, что, согласно Анаксагору, Луна светит отражённым светом Солнца — а ведь если ночь наступает оттого, что солнечный свет более не достигает до нас, то как возможно полнолуние, коль скоро Луна, по отношению к Солнцу, за нами? Но тот же самый Анаксагор выступил против шарообразности Земли, указывая, что при восходах и заходах Солнца горизонт сечёт диск по прямой, а не по дугообразной линии, а потому представление о кривизне земной поверхности не может быть верным (Panchenko 1997; Coupric 2011: 181–188). Таким образом, сторонникам шарообразности Земли приходилось спорить со взглядами Анаксагора и его последователей, и у них не было причин вникать в систему Анаксимена, отвергнутую даже Анаксагором; спорить с принципами Анаксимена в контексте данной полемики оказывалось совершенно избыточным.

Мы видим в результате, что реальные основания для принятия научной теории могут не вполне совпадать с тем, как это излагается перед публикой. А если читатель захочет поставить теперь вопрос ребром: «Каковы же были

ход мысли, цепочка решений, на деле более всего способствовавшие формированию учения о шарообразности Земли?»), то обстоятельный ответ на него требует особой работы, здесь же я готов представить его в кратком, схематичном виде. Решающим обстоятельством было осознание того факта, что один и тот же день длится разное время на разных широтах, и сделанное на этом основании умозаключение, что не может быть одного восхода и захода Солнца одновременно для всей Земли. Можно сказать, что открытие шарообразности Земли явилось следствием понимания того, что Солнце освещает ее поверхность не всю сразу, но область за областью. Изобретательная система Анаксимена, постулировав распространение солнечного света лишь на ограниченное расстояние, заставила-таки Солнце, обращаясь лишь над Землей, обходить ее области по кругу, одну за другой. Однако эта система требовала признать восходы и заходы Солнца иллюзорными, и тут (как и в ряде других отношений) не обходилось без трудностей. Парменид предпочел постулировать такую форму Земли, при которой Солнце, что бы мы ни думали о его свете, будет освещать ее область за областью. При этом исследование лунного света и лунных затмений доставило как бы зримый аргумент в пользу шарообразности Земли. Этот аргумент был, однако, парирован противниками новой теории: признавая, что лунные затмения происходят, когда Луна попадает в тень Земли, они утверждали, что эффект обусловлен не совокупным телом Земли, а ее холмообразным возвышением на севере. После этого оставалось надежно определить более адекватное соотношение размеров Земли, Луны и Солнца и свести в систему прочие разнообразные данные, которые все превосходно подходили к гипотезе шарообразности и вызывали разнообразные трудности при всяком другом варианте.

Источники

- An. Pr* — Aristotle. Categories. On Interpretation. Prior Analytics / ed. H. P. Cooke and H. Tredennick (with an English. transl.). Cambridge, Mass.; London: Harvard University Press, 2002.
- Cael.* — Aristotle. On the Heavens / ed. W. K. C. Guthrie (with an English. transl.). Cambridge, Mass.; London: Harvard University Press, 1986.
- Cleom.* — Cleomedis Caelestia / ed. R. Todd. Leipzig : Teubner, 1990.
- DK — Die Fragmente der Vorsokratiker. Griechisch und Deutsch von Hermann Diels / hrsg. von Walter Kranz. Bd. I–III. 6. Aufl. Berlin: Weidmann, 1951–1952.
- Dox. Gr. — Diels, H. Doxographi Graeci. Berlin: Reimer, 1879.
- Hdt.* — Herodoti Historiae libri I — IV / ed. H. B. Rosén. Leipzig : Teubner, 1987.
- HN* — C. Plinius Secundus. Naturalis historia / ed. C. Mayhoff. Vol. I. Lipsiae: Teubner, 1906.
- Manil* — Manilius. Astronomica / ed. G. P. Goold (with an English. transl.). Cambridge, Mass.; London: Harvard University Press, 1977.
- Metaph.* — Aristoteles. Metaphysica / ed. W. Christ. Lipsiae: Teubner, 1906.
- Mete.* — Aristoteles. Meteorologica / ed. J. L. Ideler. Lipsiae: Vogel, 1834.
- Od.* — Homerus. Odyssea / ed. M. L. West. Berlin; Boston: De Gruyter, 2017.

- Part. an.* — Aristotelis Opera. Vol. I. De partibus animalium / ed. B. Langkavel. Lipsiae : Teubner, 1868.
- Plat. Ep.* — Plato. Epistulae / ed. J. Moore-Blunt. Leipzig : Teubner, 1985.
- Ptol. Synt.* — Claudius Ptolemaeus. Opera. Vol.: Syntaxis mathematica. Pars. 1. Libri I — VI / ed. J. L. Heiberg. Lipsiae: Teubner, 1898.
- Strab.* — Strabons Geographica / ed. S. Radt (Text und Übersetzung). Bd. 1. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 2002.
- Theon.* — Theonis Smyrnaei expositio rerum mathematicarum ad legendum Platonem utilium / ed E. Hiller. Lipsiae : Teubner, 1878.
- Turba Philosophorum* — Plessner, M. Vorsokratische Philosophie und griechische Alchemie in arabisch-lateinischer Überlieferung: Studien zu Text und Inhalt der Turba Philosoporum. Wiesbaden: Steiner, 1975.

Литература

- Панченко 2016 — *Панченко Д. В.* На восточном склоне Олимпа: Роль греческих идей в формировании китайской космологии. СПб.: Наука, 2016.
- Щетников 2017 — *Щетников А. И.* Сферическая Земля от древних греков до эпохи великих географических открытий // Афонасин Е. В., Афонасина А. С., Щетников А. И. Античный космос. Очерки истории античной астрономии и космологии. СПб: РХГА, 2017. С. 244–267.
- Bicknell 1969 — *Bicknell, P. J.* Anaximenes' Astronomy // Acta Classica. 1969. Vol. 12. P. 53–85.
- Coupric 2011 — *Coupric, D. L.* Heaven and Earth in Ancient Greek Cosmology. New York: Springer, 2011.
- Coupric 2018 — *Coupric, D. L.* When the Earth Was Flat. Studies in Ancient Greek and Chinese Cosmology. New York: Springer, 2018.
- Daiber 1980 — *Daiber, H.* Aetius Arabus: Die Vorsokratiker in arabischer Überlieferung. Wiesbaden, 1980.
- Guthrie 1962 — *Guthrie, W. K. C.* A History of Greek Philosophy. Vol. I. Cambridge: Cambridge University Press, 1962.
- Heath 1981 [1913] — *Heath, T.* Aristarchus of Samos, the Ancient Copernicus. New York: Dover, 1981.
- Kirk, Raven, Schofield 1983 — *Kirk, G. S., Raven, J. E., Schofield, M.* The Presocratic Philosophers. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- Panchenko 1994 — *Panchenko, D.* *Homoios* and *homoiotēs* in Anaximander and Thales, with an Appendix: The Stability of the Earth “Because of the Equidistance” in the Epicurus' *On Nature* // Hyperboreus. 1994. Vol. 1, no. 1. P. 28–55.
- Panchenko 1997 — *Panchenko, D.* Anaxagoras' Argument against the Sphericity of the Earth // Hyperboreus. 1997. Vol. 3, no. 1. P. 175–178.
- Panchenko 1999 — *Panchenko, D.* The Shape of the Earth in Archelaus, Democritus and Leucippus // Hyperboreus. 1999. Vol. 5, no. 1. P. 22–39.
- Panchenko 2002 — *Panchenko, D.* Eudemus Fr. 145 Wehrli and the Ancient Theories of Lunar Light // Eudemus of Rhodes (Rutgers University Studies in Classical Humanities, XI) / ed.by I. Bodnár, W. W. Fortenbaugh. New Brunswick; London: Transaction Publishers, 2002. P. 323–336.

- Panchenko 2008 — *Panchenko, D.* Parmenides, the Nile and the Circumnavigation of Africa by the Phoenicians // *Libyae lustrare extrema*. Homenaje al Prof. Jehan Desanges. Sevilla, 2008. P. 189–194.
- Panchenko 2015 — *Panchenko, D.* Anaximenean Astronomy in the Light of Chinese Parallels // *Tsinghua Studies in Western Philosophy*. 2015. Vol. I, no. 2. P. 412–426.
- Sedley 1976 — *Sedley, D.* Epicurus and the Mathematicians of Cyzicus // *Cronache Ercolanesi*. 1976. Vol. 6. P. 23–54.