

СФЕРИЧЕСКАЯ ЗЕМЛЯ ОТ ДРЕВНИХ ГРЕКОВ ДО ЭПОХИ ВЕЛИКИХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОТКРЫТИЙ

А. И. ЩЕТНИКОВ

Центр образовательных проектов СИГМА, Новосибирск
schetnikov@ngs.ru

ANDREY SCHETNIKOV

СИГМА. The Centre of Educational Projects, Novosibirsk, Russia
SPHERICAL EARTH: FROM THE ANCIENT GREEKS TO THE PERIOD
OF THE GREAT GEOGRAPHIC DISCOVERIES

ABSTRACT: The review deals with the origin and late development of the spherical Earth's doctrine in ancient Greece, as well as how it was assimilated in other cultures that came into the contact with Hellenistic culture directly or through a chain of tradition. Special attention is paid to the methods of mathematical geography, which allow to measure the circumference of the globe and to determine the coordinates of geographical points on its surface.

KEYWORDS: Ancient and medieval geography, measuring of the distances, travel

ВВЕДЕНИЕ

Возникший в XIX веке культурно-идеологический миф о том, что образованные люди средневековой Европы, в отличие от своих древнегреческих предшественников, считали Землю плоской, достаточно широко обсуждался в литературе; истории создания этого мифа и его опровержению посвящена книга Дж. Б. Рассела *Изобретение плоской Земли* (Russell 1991).

Эта тема исходно была связана с обсуждением плавания Христофора Колумба. Знал ли Колумб, что до настоящей Индии ему никак не доплыть, потому что расстояние до неё в западном направлении слишком велико? Или же он всецело руководствовался картой Тосканелли, на которой расстояние на запад от берегов Европы до Японии было примерно таким же, как действительное расстояние до Центральной Америки, а о других измерениях размеров Земли ему ничего не было известно? Если Колумбу всё-таки были известны действительные размеры земного шара, то не выходит ли так, что он с самого начала плыл не в Индию, а к другим землям за Атлантическим океаном, о которых у

СХОЛН Vol. 6. 2 (2012)

© А. И. Щетников, 2012

www.nsu.ru/classics/scholar

него были какие-то сведения? Литература по этому вопросу также весьма обширна. Интересующемуся читателю я могу рекомендовать весьма обстоятельный очерк по этой теме, принадлежащий Мамедбейли (1961).

Означенные выше вопросы в этом обзоре я обсуждать вообще не буду, поскольку меня в гораздо большей степени интересует другая сторона дела. На примере учения о круглой Земле мы можем посмотреть, как устроена научная традиция и как она работает. Это учение возникло в истории человеческой культуры один-единственный раз – в Древней Греции, в V веке до н. э. Развившись до некоторой совокупности доказательств, рабочих моделей и дальнейших умозаключений, оно приобрело стандартную форму изложения, в которой и передавалось от греков к латинянам, индийцам, сирийцам, затем – на исламский Восток, а от мусульман – к жителям Западной Европы. И именно этой стандартной формой, её сохранением и отклонениям, возникающим при её трансляции, мы займёмся ниже.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ УЧЕНИЯ О СФЕРИЧЕСКОЙ ЗЕМЛЕ

Начальное становление теории двух сфер, согласно которой сферическая Земля находится в центре сферического Неба, может быть описано лишь в самых общих деталях по причине отсутствия у нас необходимых источников. Прежде всего, можно с уверенностью сказать, что такой теории не было ни у египтян, ни у вавилонян, так что она является греческим изобретением (см. Нейгебауер 1968, Ван-дер-Варден 1991). Вавилонская астрономия занималась расчётами и предсказаниями видимых движений небесных светил; и похоже, что вопрос о том, как эти светила располагаются в пространстве на самом деле, вавилонян не занимал. Греки же, напротив, с самого начала своих занятий науками целенаправленно занялись выдвиганием астрономических гипотез, объясняющих небесные явления.

Идею о том, что Земля имеет форму шара, традиция приписывает Пифагору, а также его младшему современнику Пармениду (см. Жмудь 1990, 115). Геометрическая модель двух сфер, небесной и земной, включающая в себя учение о суточном вращении звёздного неба, о годовом движении Солнца по эклиптике и о том, какие небесные явления наблюдаются в различных климатах Земли, развивалась греческими математиками по меньшей мере с конца V века до н. э. К сожалению, детали этой истории нам почти неизвестны, зато известен конечный результат: математическому описанию этой модели посвящён трактат *О движущейся сфере*, созданный Автоликом из Питаны в конце IV века до н. э., и являющийся первым целиком дошедшим до нас древнегреческим сочинением по математике.

АРИСТОТЕЛЬ

Первое подробное изложение учения о сферической Земле даёт Аристотель (384–322 до н. э.) в трактате *О небе*. Этот трактат – не астрономический; боль-

шая его часть посвящена изложению собственных философских идей Аристотеля, касающихся общего устройства Вселенной. Прежде всего, здесь вводится понятие о двух видах простых движений: первое – это вращение по кругу с постоянной скоростью, второе – это движение по прямой к центру мира и в противоположном направлении от этого центра. Первый вид движения приписывается самому Небу и прочим небесным телам, второй вид – четырём элементам. Шарообразное небо, движущееся равномерным круговым движением, объявляется вечным и неуничтожимым. Сферическая Земля помещается в центр космоса и объявляется неподвижной: её частям присуще только движение по прямой, поэтому вращательным движением она двигаться не может.

В трактате *О небе*, помимо философских спекуляций, содержатся доводы научного характера, посвящённые доказательствам шарообразности Земли и излагаемые в 14 главе II книги. Прежде всего, шарообразность Земли объясняется, исходя из соображений механического равновесия взаимодействующих частей:

Земля по необходимости имеет шарообразную форму: ведь каждая из её частей имеет вес вплоть до середины, и так как меньшая теснима большей, то они не могут образовывать волнистую поверхность, но подвергаются взаимному давлению и уступают друг другу до тех пор, пока не будет достигнута середина (297a8–12).

Этот довод воспроизводился впоследствии не только в астрономических сочинениях, но также и в работах по механике: основанные на нём доказательства мы видим в первой книге трактата Архимеда *О плавающих телах*, и в частности, в предложении 2, где доказывалось, что «поверхность установившейся неподвижно жидкости имеет форму шара с тем же центром, что и у Земли».

Приводит Аристотель и ряд доказательств шарообразности Земли, основанных на наблюдениях небесных явлений. Первое доказательство связано с наблюдениями лунных затмений:

Это доказывалось, исходя из явлений, воспринимаемых чувствами. Ведь в противном случае сегменты при лунных затмениях не были бы такими. Обычно месячные фазы принимают всевозможные формы (они бывают и прямыми, и двояковыпуклыми, и вогнутыми), а в затмениях отграничивающая линия всегда дугообразна. Следовательно, раз Луна затмевается потому, что её заслоняет Земля, то причина такой формы – округлость Земли, и Земля шарообразна (297b23–30).

Второе доказательство связано с изменениями картины звёздного неба при передвижении наблюдателя к северу или к югу:

Из наблюдений звёзд с очевидностью следует не только то, что Земля круглая, но и то, что её размер невелик. Стоит нам немного переместиться к югу или к северу, как круг горизонта явно становится другим: звёздное небо над головой значительно меняется, и при переезде на север или на юг видны не одни и те же звёзды. Так, некоторые звёзды, видимые в Египте и в окрестности Кипра, не видны в северных странах, а звёзды, которые в северных странах видны постоянно, в указанных областях заходят. Таким об-

разом, из этого ясно не только то, что Земля круглой формы, но и то, что эта сфера невелика: иначе столь незначительные перемещения не вызывали бы столь быстрых изменений (297b31–298a9).

Далее Аристотель приводит важные, хотя и курьёзные соображения географического характера, в некотором смысле намечающие будущий путь Колумба:

Поэтому те, кто полагают, что область Геракловых столпов соприкасается с областью Индии и таким образом море является единым, придерживаются не таких уж невероятных воззрений. В качестве довода они указывают на слонов, род которых обитает в обеих крайних областях: края таковы потому, что соприкасаются между собой (298a9–15).

ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЗЕМЛИ

Об измерениях размеров Земли в античную эпоху можно прочесть в другой моей статье (Щетников 2010), поэтому здесь я ограничусь кратким обзором. Аристотель в трактате *О небе* сообщает о первых попытках измерения длины земной окружности:

Математики, которые берутся вычислять величину окружности, говорят, что она составляет около сорока мириад [стадиев]. Судя по этому, тело Земли должно быть не только шарообразным, но и небольшим по сравнению с величиной других звезд (298a15–20).

Одним из математиков, о которых говорит Аристотель, скорее всего был крупнейший астроном IV века до н. э. Евдокс Книдский (ок. 406–355 до н. э.). Страбон в *Географии* (II, 5.14) сообщает о том, что Евдокс производил на Книде наблюдения появляющегося на горизонте Канопуса. Севернее Книда эта звезда совсем не видна; зато она видна южнее, и чем дальше на юг плыть, тем выше она поднимается. Возможно, что именно на этих наблюдениях основывался полученный Евдоксом результат.

Сорок мириад – это 400.000 стадиев. Каким стадием пользовался Евдокс, мы не знаем; но всякий стадий составляет 100 пар шагов или 600 ступней, просто шаги и ступни в разных системах мер могут несколько различаться между собой. Один стадий, переведённый в наши метры, составляет несколько меньше 200 метров; поэтому 400.000 стадиев – это несколько меньше 80.000 километров. А охват Земли по современным данным составляет приблизительно 40.000 километров. Так что сообщаемый Аристотелем результат завышен в полтора–два раза, хотя и даёт правильную оценку размеров Земли по порядку величины. Основным источником ошибки, по-видимому, в данном случае оказалась сложность измерения расстояний между географическими пунктами по морю; для повышения точности такие измерения желательно производить на суше.

Ещё две процедуры измерения размеров Земли описаны в трактате Клеомена. Первое из них было осуществлено Эратосфеном (276–194 до н. э.). Считая, что Александрия и Сиена находятся на одном меридиане, Эратосфен оценил расстояние между ними в 5.000 стадиев. Далее, ему было известно, что Сиена находится на летнем тропике, поскольку в полдень летнего солнцестояния

вертикальные предметы в Сиене не отбрасывают тени. В это же время в Александрии Солнце наблюдается по отношению к вертикали под углом, который по результатам измерений Эратосфена составляет $\frac{1}{50}$ от меридионального круга. Отсюда следует, что дуга меридиана между Александрией и Сиеной составляет $\frac{1}{50}$ полного охвата Земли. Тем самым полный охват Земли по Эратосфену составляет 250.000 стадиев.

Клеомед сообщает также об оценке размеров Земли, произведённой Посидонием (ок. 135 – ок. 50 до н. э.). В этой процедуре предполагается, что на одном меридиане находятся Родос и Александрия, и расстояние между этими двумя пунктами оценивается в 5.000 стадиев. Известно, что Канопус на Родосе лишь незначительно поднимается над горизонтом, а в Александрии поднимается на « $\frac{1}{4}$ знака», то есть на $\frac{1}{48}$ часть меридионального круга. Отсюда следует, что охват Земли составляет 240.000 стадиев.

Страбон в *Географии* (II, 2.2) приписывает Посидонию другой результат измерений охвата Земли, равный 180.000 стадиев. Клавдий Птолемей в своей *Географии* также пользуется охватом Земли в 180.000 стадиев, приписывая этот результат географу Марину Тирскому, своему предшественнику, жившему в I веке н. э.

ГРЕЧЕСКИЕ УЧЕБНИКИ АСТРОНОМИИ

Ранних греческих учебных текстов по астрономии до наших дней не дошло. Зато мы имеем четыре текста эллинистической эпохи, излагающих «стандартную модель» мироустройства, принятую в это время.

Сочинение Гемина *Введение в явления* датируется 70 годом до н. э. Трактат Клеомеда *Учение о круговращении небесных тел* написан между серединой I века до н. э. и концом II века н. э. В сочинении Теона Смирнского *Изложение математических предметов, полезных при чтении Платона*, написанном в первой половине II века н. э., имеется большой астрономический раздел; Теон пишет, что он опирается на некий обзор математических наук, составленный перипатетиком Адрастом Афродизийским, жившим в I веке н. э. Все три названных текста носят обзорный, учебный характер, и в своей совокупности представляют нам широкую картину астрономических познаний, которой обладали образованные люди этой эпохи.

К этим трём учебникам надо добавить также знаменитый *Альмагест* Клавдия Птолемея (ок. 87–165 н. э.). Большая часть этого сочинения посвящена рассмотрению астрономических моделей движения небесных тел и уточнению параметров этих моделей на основе наблюдений. Однако вводный раздел носит достаточно общий характер и излагает общепринятую модель устройства мира.

Опишем теперь саму эту модель, следуя греческим источникам. Прежде всего, в этом описании обосновывается несколько связанных между собой исходных посылок: Земля шаровидна, она находится в центре сферического космоса и относится к его размерам, как «точка к величине». Шаровидность Земли в

меридиональном направлении подтверждается изменением общей картины неба при перемещении с юга на север: меняет свою высоту небесный полюс и вместе с ним наклоняется всё небо, так что некоторые южные звёзды становятся невидимыми, зато некоторые северные звёзды становятся незаходящими. Шаровидность Земли в широтном направлении, с востока на запад, подтверждается наблюдениями за лунными затмениями: если одно и то же затмение наблюдается в местах с разной долготой, то в пунктах, расположенных восточнее, это затмение происходит в более позднее местное время, а в пунктах, расположенных западнее – в более раннее местное время.

То, что Земля находится в центре космоса, не имеет воспринимаемого отношения к величине неба и является в нём точкой по положению, обосновывается тем, что мы всегда видим над горизонтом половину небесной сферы, и диаметрально противоположные светила одновременно заходят и восходят, а также тем, что небесные светила, за исключением Луны, не имеют видимых параллаксов.

Далее обзор переходит к описанию небесной сферы: её полюсов, параллелей, экватора, меридианов. Рассматривается также, каким образом вращение небесной сферы наблюдается в разных земных широтах, в том числе на земном экваторе и полюсах, и вводится понятие о полярных небесных кругах, отграничивающих для данного наблюдателя области незаходящих и невосходящих звёзд.

После этого обсуждается истинное годовое движение Солнца по эклиптике, вносятся понятия о точках равноденствия и солнцестояния, тропические круги. Поверхность Земли разделяется на климатические пояса в соответствии с разделением небесной сферы, после чего описывается смена времён года с точки зрения наблюдателей, находящихся в этих поясах: что в течение года происходит с видимым дневным путём Солнца на экваторе, на северном и южном тропиках, в умеренных зонах, на полярных кругах, на северном и южном полюсе.

Ещё одна тема, характерная для такого введения – это разделение всей земной поверхности на четыре части экватором и меридиональным кругом. В одной из таких частей живём мы, это наша ойкумена. Во второй части, находящейся с нами по одну сторону от экватора, живут наши «соседи». В третьей части, с которой мы граничим по экватору, живут «противожители». Наконец в четвёртой части, диаметрально противоположной по отношению к нам, живут наши антиподы.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ

Первую попытку подвести под географическую науку математический фундамент сделал Эратосфен; и не случайно он же произвёл первое детально описанное измерение размеров Земли. Эту же линию математизации географии продолжил величайший греческий астроном Гиппарх из Никеи, живший в середине II века до н. э. Гиппарх признавал единственно правильным приёмом

составления карт такой, при котором координаты наносимых на карту пунктов определяются с помощью астрономических наблюдений.

Географические сочинения Эратосфена и Гиппарха до нас не дошли; мы знаем о них только по отдельным извлечениям у Страбона и других авторов. Страбон, живший на рубеже I века до н. э. и I века н. э., во введении к *Географии* говорит о связи своего предмета с астрономией и геометрией в следующих словах:

(I, 1.12) Гиппарх в своём сочинении против Эратосфена прекрасно доказывает, что и частный человек, и любитель наук нуждаются в знании географии, но не могут овладеть ей в достаточной степени без понимания неба и без умения определять затмения. К примеру, невозможно узнать, севернее ли Александрия Египетская Вавилона или южнее и насколько, без рассмотрения климатов. Сходным образом узнать, ближе ли какие-нибудь страны к востоку или к западу, можно только через сравнение затмений Солнца и Луны.

(I, 1.20) География более всего нуждается в поддержке геометрии и астрономии. И это воистину так. Ведь без применения методов этих двух наук нельзя точно определить фигуры, климаты, величины и всё такое прочее. Но так как всё относящееся к измерению Земли в целом доказывается в других сочинениях, то в этом нашем труде я должен допустить и признать правильными доказанные там положения о шаровидности мира и шаровидности земной поверхности; а ещё я должен первым делом допустить, что тела влекутся к середине.

Ещё одно дошедшее до нас географическое руководство было составлено Клавдием Птолемеем. Как и подобает математику, Птолемей стремился основываться на данных о местоположении географических пунктов, полученных астрономическим путём:

Математический метод в географии – это самая главная её часть. Ведь прежде всего следует рассмотреть форму и величину всей Земли, а также её положение относительно того, что её охватывает, чтобы можно было после этого говорить и о нашей части – какова она и под какой параллелью небесной сферы находится каждый её пункт. Исходя из этого, можно будет говорить о продолжительности ночи и дня, неподвижных звёздах в зените и тех, которые всегда вращаются над Землёй, и о том, что мы связываем с понятием об обитаемом мире. Это возвышенные и прекрасные теории, позволяющие с помощью математики обозревать само небо, каково оно по природе и как оно нас окружает, и образ Земли. Настоящую же Землю, так как она огромна и поскольку она не окружает нас, ни всю сразу, ни по частям объехать нельзя (*География* I, 1).

Однако астрономических данных у Птолемея было мало, и поэтому его труд, как и сочинения предшественников, в значительной степени основывается на сообщениях о расстояниях, которые приходится проходить караванам и судам при прохождении от одного пункта до другого.

Рассмотрим приёмы определения географической широты и долготы, о которых говорит Гиппарх у Страбона, чуть более подробно. Широта – это угловое расстояние от экватора. Она равна высоте полюса над горизонтом, на чём основывается один из приёмов её измерения. Определение широты – это весь-

ма простая процедура, и оно может быть выполнено с точностью $\pm 1^\circ$ с помощью самых простых приборов.

Долгота – это угловое расстояние, отсчитываемое по экватору от условного нулевого меридиана до меридиана того пункта, для которого она определяется. Поскольку все меридианы на Земле одинаковы, мы можем определять лишь разность долгот для двух пунктов. Единственным доступным в античности способом астрономического измерения долготы служила описанная выше процедура, основанная на наблюдении лунных затмений. Один час разности во времени – это 15° разности по долготе. Даже заранее согласованное наблюдение с участием настоящих астрономов при отсутствии точных часов не обещает быть слишком точным; в большинстве же случаев приходится довольствоваться случайными сообщениями, если таковые вообще имеются. Так что с определением долгот у древнегреческих географов были значительные проблемы. По этой причине греки считали свою ойкумену более растянутой по долготе, чем она есть на самом деле. На известные страны, от островов Блаженных на западе до Китая на востоке, Птолемей отводил 180° , Средиземное море вместо 42° долготы имело у него длину в 60° , и т. п.

РАЗВИТИЕ КАРТОГРАФИИ

Первую карту ойкумены, по преданию, составил Анаксимандр (первая половина VI века до н. э.). Этот тип карты, использовавшийся в V–IV веках до н. э., представлял собой круглый диск, «круг земной» (γῆς περίοδος), в центре которого находились Дельфы. Всю сушу окружал океан, деливший её заливами на три части: Европу, Азию, Ливию.

Следующий тип карты был предложен Эратосфеном. На этой карте были нанесены параллели и меридианы, образующие сетку взаимно перпендикулярных прямых. Всего Эратосфен провёл на своей карте 8 параллелей и 8 меридианов, проходивших через известные ему пункты на неравных расстояниях друг от друга. Ойкумена простиралась на этой карте от Иберийского полуострова до Индии и Цейлона по долготе и от истоков Нила и Цейлона до острова Туле по широте. Карта Эратосфена представляла собой прямоугольник с соотношением сторон 2 : 1. Аналогичным образом изображали ойкумену и многие последующие географы.

Две новых картографических проекции были введены Птолемеем. Первая проекция была конической. Прямолинейные меридианы сходились на ней в одной точке, параллели изображались концентрическими окружностями. Южнее экватора эту проекцию приходилось подвергать сильному искажению, чтобы ни одна параллель не оказалась более длинной, чем экватор. На второй проекции и параллели, и меридианы изображались кривыми линиями.

РИМЛЯНЕ – ПЕРВОЕ КУЛЬТУРНОЕ ЗАИМСТВОВАНИЕ

Стандартную модель мира, принятую в греческой науке, описывают в своих сочинениях и образованные римские писатели, познакомившиеся с греческой учёностью. При этом все сохранившиеся описания этой модели демонстрируют стоическое влияние и возможно, восходят к одному и тому же общему источнику.

Марк Туллий Цицерон (106 – 43 до н. э.), получивший прекрасное греческое философское образование, во второй книге своего трактата *О природе богов* не только выказывает основательное знакомство с космогоническими и астрономическими теориями греческих философов и астрономов, но ещё и говорит о «сфере, которую недавно изготовил наш друг Посидоний, сфере, отдельные обороты которой воспроизводят то, что происходит на небе с Солнцем, Луной и пятью планетами в разные дни и ночи» (*О природе богов* II 88). Другой небесный глобус, изготовленный Архимедом, Цицерон ранее видел в Риме (*О государстве* I 21–22). По-видимому, к Посидонию, у которого Цицерон учился на Родосе, восходит и следующее описание:

А больше всего достойно восхищения то, что мир так устойчив, и представляет собою неразрывное целое, настолько приспособленное к сохранению своего существования, что более приспособленного невозможно и вообразить себе. Ибо все его части, со всех сторон стремясь к центру, производят равномерное напряжение. Наиболее же прочно тела связываются между собой тогда, когда они связаны как бы некоей охватывающей цепью, что делается той природой, которая разлита по всему миру и всё совершает с умом и разумом, и всё, что на самом краю, влечёт и обращает к центру. Стало быть, если мир шарообразен и по этой причине все его части, равномерно расположенные со всех сторон, сами собой и между собой связаны, то по необходимости это должно относиться и к Земле, ибо, поскольку все её части тянутся к центру (ведь центр в шаре и есть самый низ), то ничто не может помешать действию этой силы тяжести и веса. По этой-то причине море, хотя оно над землёй, тяготея, однако, к её центру, равномерно закругляется со всех сторон, и никогда не выходит из своих берегов и не разливается (*О природе богов* II 115–116).

В трактате *Об ораторе* (III, 178) Цицерон даёт ещё одну лаконичную формулировку устройства мира: «Небо округло, Земля находится в середине и своею собственной силой держится в равновесии».

Стоические мотивы, связанные с возникновением мира из четырёх элементов, завершающегося формированием твёрдой земли, омываемой морем, содержатся и в других астрономических текстах, принадлежащих латинским писателям первого века нашей эры. Автором первого астрономического трактата на латинском языке, составленного на основе греческих источников, был Гай Юлий Гигин (ок. 70 до н. э. – 17 н. э.). В первой книге своей *Астрономии* он пишет о том, что

Земля, располагаясь в середине мира, находится на одинаковом расстоянии от всех его частей, занимая центр сферы... Океан, разлившись до крайних пределов сферы, омы-

вает границы почти всей земли. Поэтому принято считать, что в него опускаются заходящие созвездия (Гигин 1997).

Марк Манилий составил в I веке н. э. *Астрономику* – первое латинское сочинение по астрологии, написанное в стихах. Первую книгу этого сочинения он начинает с рассказа о том, как из четырёх элементов «родился круглый мир, омываемый со всех сторон океаном».

Земля находится в центре, окружённая воздухом и равноудалённая от всех частей мира, не плоского, но имеющего форму сферы, везде одинаково восходящего и заходящего... Такова форма природы, сохраняющаяся всегда, у неё нет ни конца, ни начала, она везде подобна и равна себе самой. И Земля, подобно Вселенной, имеет форму шара и, будучи самым тяжёлым из небесных тел, занимает абсолютно центральное место (Манилий 1993, с. 34–35).

Плиний Старший (23 – 79 н. э.) во второй книге *Естественной истории* пишет о том, что «относительно Земли все придерживаются одинакового мнения», и излагает основы этого учения в следующих словах:

(160) Мы называем её кругом земным и отдаем себе отчёт в том, что она представляет собой шар, имеющий два полюса. При большой высоте гор и плоскости равнин у неё форма несовершенного шара, но если противоположные точки соединить посредством окружности, то Земля будет иметь вид правильного шара: это подсказывает нам и закон природы, но не по тем причинам, которые мы привели, рассказывая о небе. Ведь Небо образует полую вогнутость и со всех сторон покоится на Земле, как на своей опоре: Земля же, будучи твёрдой и плотной, возвышается подобно опухоли и выдаётся вовне. Мир стремится к своему центру, а Земля выдается из центра; огромная её масса принимает форму шара в результате постоянного вращения мира вокруг неё... Раньше, кажется, считали, что суша занимает половину земного шара, будто она нисколько не уступает самому океану, который, огибая всё вокруг, вливает и принимает в себя все прочие воды и то, что уходит в облака, питает сами звезды, столь большие и многочисленные, – какое же тогда пространство должен занимать океан? Владения этой огромной массы воды должны быть неизмеримы и бесконечны (*Античная география* 1953, 239–242).

Имеются у Плиния и разные доказательства шарообразности Земли и её центрального положения в космосе, знакомые нам по греческим трактатам: изменение высоты полюсов при перемене климата, разница во временах лунных затмений в земных пунктах с разной долготой; впрочем, некоторые доказательства он излагает весьма путано.

Витрувий (вторая половина I в. н. э.) в девятой книге *Об архитектуре* говорит о том, что небо вращается «вокруг земли и моря на конечных шипах своей оси... так что середина земли вместе с морем естественно помещается в центре мира» (Витрувий 1936, 170).

Ещё один латинский автор, живший в первой половине I века н. э. – это Помпоний Мела, составивший на основе литературных греческих источников первую латинскую *Описательную географию* в трёх книгах. Общее устройство мира по традиции кратко описывается в начале первой книги:

Чем бы ни было всё то, что мы называем землёй и небом, – оно едино и всё охватывает. Различается же оно по сторонам: где восходит солнце, оно называется востоком или восходом, где оно садится – западом или закатом, где начинает опускаться – полуднем, а противоположная сторона – севером. Посреди всего этого возвышается земля, омываемая со всех сторон морем и разделённая им же в направлении с востока на запад на две части, называемые полушариями. На земле различают пять зон. Средняя – самая жаркая, крайние – холодные; остальные обитаемы и имеют одни и те же времена года, но не одновременно. Одну из них населяют антихтоны, другую – мы. Положение той зоны неизвестно из-за жары в промежуточной области, так что можно говорить только об этой. Она вытянута с востока на запад, длина её несколько превышает наибольшую её ширину. Она окружена океаном и принимает в себя четыре моря: одно с севера, два с юга, четвёртое с запада (*Античная география* 1953, 178).

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРЕЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СФЕРИЧЕСКОЙ ЗЕМЛИ

Прежде всего следует заметить, что сферическая Земля и сферическое Небо образуют в системе этой теории единое целое. Наше знание о сферичности Земли мы приобретаем исключительно из наблюдений за небесными явлениями. 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.

Следующая важнейшая характеристика этой теории состоит в том, что она является доказательной, основывающейся на разумных доводах. Эти доводы составляют её существенную часть и не могут быть из неё изъяты. Без доказательных рассуждений, без убеждённости в их силе теория сферической Земли превращается в безосновательную догму. И понимание этой теории доступно только образованным людям, усвоившим лежащую в её основе систему доказательств.

Усвоение этой теории предполагает также обращение к геометрическим моделям: чертежам и армиллярным сферам. Наконец, и это тоже очень важно, эта теория, будучи приложенной к геометрическим моделям, обладает мощной предсказательной силой: мы можем говорить о том, какой небосвод видит наблюдатель на экваторе или на полюсе, хотя мы сами никогда там не были, делать предсказания о существовании южного умеренного пояса, обсуждать возможность плавания в Индию и Китай через Атлантический океан. Здесь дело заключается даже не в возможности проверки, хотя она тоже важна, но в том, что мы постигаем разумом нечто такое, что не было непосредственно дано нашим чувствам.

Индия

Древняя ведическая астрономия лишь фиксирует некоторые наблюдаемые факты; там же, где речь заходит об объяснении этих фактов, она стоит целиком на мифологической основе. Земля по представлениям древних индийцев была

плоской, в центре её находилась сказочная гора Меру, обитель богов. Суша была окружена морем, море – следующей сушей, эта суша – следующим морем, и так далее. Гора Меру считалась находящейся где-то на севере, за Гималаями; небесные светила совершали своё вращение вокруг её вершины.

Развитая научная астрономия, основанная на сферической модели космоса, появляется в Индии лишь в результате контакта с эллинистической культурой. Из сочинений более поздних авторов мы знаем, что к III–IV веку н. э. в Индии имелись настоящие астрономы, учёными книгами которых были так называемые сиддханты. Эллинистическое происхождение этих сиддхант не оставляет никакого сомнения: автором *Паулиса-сиддханты* был некий грек, носивший христианское имя Павел, а *Ромака-сиддханта* прямо названа «римской».

Первый индийский астроном, чьё сочинение до нас дошло целиком, – это Ариабхата (476–550). Свою *Ариабхатию* он написал совсем молодым человеком, в 23 года; надо думать, что большая её часть представляет собой выдержки из более древних источников. Среди содержащихся здесь сведений большой интерес представляют сведения о размере Земли. Согласно Ариабхате, «йоджана равна росту человека, взятому 8000 раз. Диаметр Земли равен 1050 йоджан. Диаметр Солнца равен 4410 йоджан. Диаметр Луны равен 315 йоджан» (Āryabhata 1930, 15).

Диаметр Земли в 1050 йоджан очевидно произведён от охвата Земли в 3300 йоджан, что соответствует принятому у древних греков значению числа $\pi = \frac{22}{7}$ (при этом сам Ариабхата пользуется десятичным представлением $\pi = 3,1416$). Ряд авторов принимает величину йоджаны приблизительно равной 13 км, что соответствует росту человека 162,5 см. При этом охват Земли оказывается равным 42.900 км – это очень хорошее приближение к действительному охвату Земли, составляющему 40.000 км. Заметим попутно, что диаметр Луны по Ариабхате составляет $\frac{3}{5}$ от диаметра Земли.

Ариабхата всецело придерживается учения о сферической Земле, находящейся в центре сферического Неба. Традиционные индийские предания о горе Меру и других частях мифологического космоса он приспособливает к научной астрономии древних греков; при этом вся система его доводов выстроена совершенно по-гречески.

Особый интерес представляет сообщаемая Ариабхатой теория о том, что суточное движение неба – лишь кажущееся, и вызвано оно суточным вращением Земли. Доводы его – вполне рациональны; правда, сформулированы они в одном предложении, и не вполне понятно, как они согласуются со следующим предложением. Приведём картину круглой Земли, как её описывает Ариабхата, целиком:

Сфера Земли, совершенно круглая, находится в центре пространства, посредине звёздного круга, окружённая орбитами планет, и состоит из воды, земли, огня и воздуха. Как дерево *кадамба* окружено со всех сторон цветками, так и Земля окружена со всех сторон всеми земными и водными созданиями. За день Брахмана земной шар увеличивается в размерах на йоджану; за ночь Брахмана, равную по продолжительности

дню Брахмана, он уменьшается настолько, насколько раньше увеличился. Как человек, плывущий в лодке, видит неподвижные предметы движущимися назад, так и человек на Ланке видит неподвижные звёзды движущимися прямо назад. Причина восходов и заходов состоит в том, что круг созвездий, вместе с планетами, постоянно движется на запад от Ланки дуновением ветра. В середине леса Нандана находится гора Меру, размером в йоджану, сияющая, окружённая горами Химават, состоящая из драгоценных камней, совершенно круглая. Небеса и Меру находятся в середине земли; преисподняя и Вадавамукха находятся в середине воды. И боги, [на Меру], и обитатели преисподней постоянно думают, что другие находятся под ними. Восход на Ланке – это заход в Сиддхапуре, полдень в Ямакоти, полночь в Ромаке. Ланка удалена на 90° от центра земли и центра воды. Удджайн удалён прямо на север от Ланки на $22\frac{1}{2}^\circ$. Над горизонтом видна половина звёздной сферы за вычетом половины радиуса Земли. Земля закрывает другую половину с добавлением радиуса Земли. Боги, обитающие на севере на горе Меру, видят северную половину звёздной сферы, движущуюся слева направо. Дайтьи, обитающие на юге в Вадавамукхе, видят южную половину звёздной сферы, движущуюся справа налево. Боги и дайтьи видят Солнце после восхода половину солнечного года. Отцы, обитающие на Луне, видят его половину лунного месяца. Люди здесь видят его половину суток (Āryabhata 1930, 64–69).

Ещё один астроном классической эпохи, Варахамира (505–587), младший современник Ариабхаты, также работавший в Удджайне, составил *Панчасиддхантику*. Это сочинение основано на пяти древних сиддхантах, упомянутых выше. В 13 главе «Об устройстве Вселенной» сказано следующее:

Земной шар, составленный из пяти элементов, висит в пространстве в середине звёздной сферы, как кусок железа между двумя магнитами. Со всех сторон он покрыт деревьями, горами, городами, рощами, реками, морями и другими предметами. В центре его находится Сумеру, обитель богов. Снизу обитают асуры... Один из полюсов виден в пространстве над Меру; другой – в пространстве снизу. Закреплённая в полюсах, звёздная сфера движется дуновением ветра. Некоторые говорят, что Земля вращается, как если бы она находилась в токарном станке, а не в сфере; но в таком случае соколы и другие птицы не могли бы вернуться из эфира к своим гнёздам. А ещё, если бы Земля вращалась за один день, флаги и схожие с ними предметы, вынуждаемые к этому быстротой вращения, постоянно были бы направлены на запад. А если Земля вращается медленно, как она успевает совершить оборот?... Охват Земли составляет 3200 йоджан. Солнце в день равноденствия совершает обращение по небесному экватору над земным экватором, для которого Меру является полюсом... Удджайн находится на широте 24° , в 66° от Меру... Люди на Ланке видят полярную звезду на горизонте, те, кто на Меру – в зените, те, кто между ними – в среднем положении... С помощью гномона мы можем определять центр Земли или охват всей Земли, подобно тому как мы пробуем вкус соли, выпив немного солёной воды (Varāha Mihira 1889).

Мы видим здесь ту же самую картину, что и Ариабхаты, с той же степенью принятия древних мифов в качестве украшения базовой рациональной схемы. Разногласия вызывает лишь «нестандартное» учение о вращении Земли вокруг своей оси; Варахамира выставляет против этого учения вполне традиционные возражения.

Этот же стиль изложения мы находим у ещё одного астронома из Удджайна, Брахмагупты (598–660). Его главный труд, *Брахма-схута-сиддханта*, также начинается с изложения общей картины Неба и Земли. Прозаический текст этой книги отличается от поэтических сочинений Ариабхаты и Варахамхиры своей развёрнутостью. Перечисляя древние учения, Брахмагупта настаивает на том, что лишь учение астрономов является истинным, а все прочие учения – ложны:

Многообразны высказывания людей относительно формы Земли, в особенности тех, кто изучает пураны и книги религиозных законов. Одни из них полагают, что она ровная, как зеркало, другие – что она вогнутая, как миска. Ещё некоторые утверждают, что она плоская, как зеркало, и окружена морем, потом землёй, потом ещё морем и так далее, и все они круглые, как ожерелья. Размеры каждого моря или земли вдвое больше, чем размеры охватываемого им, так что самая крайняя земля будет в шестьдесят четыре раза больше, чем срединная земля, и самое дальнее охватывающее море будет в шестьдесят четыре раза больше, чем ближайшее охватывающее море. Однако различие в восходе и заходе, так что находящийся в Ямакоти видит какую-нибудь звезду над западным горизонтом, тогда как находящийся в Ромаке видит её в то же самое время восходящей над восточным горизонтом, делает необходимым признание шарообразности неба и Земли. За это свидетельствует и то, что находящийся на Меру видит некое светило над горизонтом в зените Ланки, родины демонов, тогда как находящийся в Ланке видит его в то же самое время над своей головой. Кроме того, все расчёты будут неверны, если не учитывать шарообразность неба и Земли. Следовательно, мы с необходимостью можем утверждать, что небо есть шар, потому что мы обнаруживаем в нём все свойства шара и эти свойства применительно к миру не были бы действительны, если бы он не был на самом деле шаром. Но тогда ни от кого не скрыто, что все прочие высказывания о форме мира ложны... Учёные утверждали, что земной шар находится в центре неба, что на земном шаре находится гора Меру, обиталище девов, и ниже её – Вадавамукха, на которой обитают дайтьи и данавы, противники девов. При этом «ниже» они понимали только как отношение. Однако положение на всех сторонах Земли одинаковое: все люди стоят на ней прямо по направлению кверху и тяжелые предметы падают на неё по природе, подобно тому как Земле от природы присуще притягивать и удерживать предметы, воде – литься, огню – гореть, ветру – двигаться. Если какая-либо вещь захочет быть ниже Земли, пусть попробует стать ниже. Но нет низа, кроме Земли, и семена опускаются на неё, куда бы их ни бросали, а не поднимаются с неё (цит. по: Бируни 1963, 248–251).

Надо заметить, что некоторые доводы Брахмагупты рациональны лишь по внешности, поскольку в качестве обоснования своих взглядов он привлекает такие «наблюдения», которых никто не делал. Никто не производил одновременных наблюдений в Ямакоти и в Риме; и никто не делал наблюдений на северном полюсе. Поскольку мы доказываем иным путём, что Земля круглая, мы можем потом, работая с моделью круглой Земли, говорить о том, что видят наблюдатели в противоположных точках экватора или на полюсах, точнее – что они должны видеть.

ВИЗАНТИЯ

Переходя к византийской традиции, мы прежде всего поговорим о *Христианской топографии*, составленной в середине VI в. александрийским купцом и путешественником Козьмой по прозвищу Индикоплов – «плававший в Индию». Козьма, ставший в последние годы своей жизни христианским монахом, взялся за перо, чтобы написать книгу, опровергающую учение о круглой Земле как ложное и языческое. На его взгляд, верной и согласной с библейскими текстами является совсем другая космография. Согласно Козьме, мы живём на плоской прямоугольной земле, окружённой со всех сторон океаном, за которым находится другая земля, также охватывающая океан со всех сторон. На эту другую землю опираются стены, поддерживающие твёрдый небосвод и находящееся над ним другое небо. Днём Солнце проходит по южной стороне неба, а ночью оно совершает обратный путь на севере, закрытое высокой горой. В течение годового цикла оно прячется за этой горой на разных уровнях, откуда происходит неравенство дней и ночей и смена времён года.

Козьма выдумал свою космографию не сам, но почерпнул её основные идеи у мар Абы (Патрикия) – образованного перса, ставшего к концу своей жизни патриархом Персидской церкви. Сам Аба получил свои представления о плоской Земле в Нисибийской академии – идейном центре несторианства. Как пишет Н. В. Пигулевская (1951),

«Козьма Индикоплов явился выразителем определенного направления, учения несториан, которое по своему философскому характеру было примитивнее, доступнее, и поэтому получило распространение в широких кругах. Как и в области экзегезы, более примитивные представления о мироздании были им восприняты от сирийцев. Сложная система Птолемея, которую представители христианской философии стремились сочетать с данными Книги Бытия, как это делал Иоанн Филопон, была доступна и распространена преимущественно в среде более культурной, в высших кругах».

К этим «более образованным кругам» принадлежали представители сирийского монофизитства, такие как Север Себохт (ум. 666) и его ученик Иаков Эдесский (633–708), переводившие греческие труды на сирийский язык и учившие о том, что Земля имеет сферическую форму. С изложения учения о сферической Земле начинается и датируемая VII–IX веком *Армянская география*, автор которой принимает для одного градуса дуги длину в 500 стадиев, откуда для охвата Земли получается величина в 180.000 стадиев, которой пользовался Птолемей. Упоминает он, правда в несколько смутном изложении, и другой результат измерений, согласно которому длина одного градуса дуги равна 71 миле. Отсюда охват Земли равен 25560 миль; и поскольку миля равна 1000 двойным шагам или 10 стадиям, там самым этот результат оказывается близким к результату Эратосфена.

Что касается всеобщей распространённости учения Козьмы в Средние века, то она представляет собой не более чем идеологическую выдумку. Переводов *Христианской топографии* на латынь в Средние века вообще не существовало,

так что Запад с этой книгой просто не был знаком. Далее, мы знаем, что космологию Козьмы, как «нелепость», отвергал в своей *Библиотеке* константинопольский патриарх Фотий (820–896). Ну и, пожалуй, самый важный довод будет таким: почти все древнегреческие астрономические трактаты дошли к нам в виде византийских рукописей, а это означает, что эти трактаты переписывались и читались. А раз читались, то и содержание их было известно и не забыто. А это содержание было всецело птолемеевым, ведь никакой другой астрономии вообще не существовало.

Среди византийских авторов, писавших по астрономии в последние века существования империи, следует назвать Георгия Пахимера (1242–1310), Феодора Метохита (1270–1332), Варлаама из Калабрии (1290–1348), Никифора Григору (1290–1360), Григория Хиониада (1295–1360), Исаака Аргири (1300–1375), Феодора Мелитениота (1320–1393). Они составляли учебники по астрономии, комментировали Птолемея, переводили на греческий язык астрономическую литературу стран ислама – подобно тому, как раньше на арабский язык переводилась греческая астрономическая литература.

ИСЛАМСКИЙ МИР

Математические науки исламского мира, и астрономия в том числе, всецело основывались на греческой традиции. На первой стадии усвоения этих наук ими занимались в основном не арабы, а представители других народов, живших на Ближнем Востоке и в Средней Азии. Об этом говорят и имена крупнейших математиков и астрономов Багдадской школы: Абу ибн Абдаллах ал-Марвази (770–870) был выходцем из Мерва, Мухаммад ал-Хорезми (783–850) – хорезмийцем, Абу-л-Аббас ал-Фаргани (798–861) – уроженцем Ферганы, Куста ибн Лукка (820–912) – христианином из сирийского Баальбека, Сабит ибн Корра (836–901) и Мухаммад ал-Баттани (858–929) – сабиями из сирийского Харрана. И в Сирии, и в Средней Азии существовала своя традиция, восходящая к греческой учёности; кроме того, багдадские учёные активно переводили греческие сочинения на арабский язык. Имело место также знакомство с индийской математикой и астрономией. И всё же верно будет сказать, что исламская астрономия представляла собой прямое продолжение греческой науки, только переложённое на другой язык.

Любой трактат по общей астрономии начинался здесь, как и в греческих сочинениях, с изложения основных тезисов учения о сферах Неба и Земли. С таким изложением поучительно познакомиться по *Канону Мас'уда* ал-Бируни или по комментарию к *Альмагесту*, составленному ал-Фараби.

Исламскими математиками были развиты более совершенные, нежели у греков, методы сферической геометрии. С помощью этих методов решался, в частности, важный для исламской культуры вопрос об определении киблы – направления от данного пункта на поверхности Земли на Мекку.

С математической географией исламского мира мы можем познакомиться по такому выдающемуся труду, как *Геодезия* Абу Райхана ал-Бируни. Основная тема этого сочинения – определение координат различных пунктов земной поверхности, и прежде всего – их долгот по произведённым в этих пунктах наблюдениям лунных затмений.

Что касается размеров Земли, то уже в зидже, составленном ал-Хорезми, мы находим на этот счёт следующее указание:

Согласно халдеям, 4000 шагов верблюда составляют одну милю, и $33\frac{1}{2}$ мили на Земле – это $\frac{1}{2}$ градуса на небе, так что полная окружность Земли содержит 24000 миль. Об этом рассуждается так: если двигаться от любого места в направлении юга, тогда, пройдя $66\frac{2}{3}$ мили, звезда, отмеченная на первом месте, будет увидена в те же минуты часа на градус выше (ал-Хорезми 1983, 35).

Об этом же измерении Земли пишет и ал-Бируни в *Геодезии*:

Передают в книгах, что древние учёные нашли города Ракку и Тамдор на одной и той же линии из числа полуденных, а между ними – 90 миль. Отсюда они вывели, что величина одного градуса – $66\frac{2}{3}$ мили. Это требует того, чтобы между упомянутыми городами была бы разница по широте в $1^{\circ}21'$, а мы уже упоминали, что широта Ракки – $36^{\circ}1'$, а широта Тамдора – $37^{\circ}22'$. Однако данные сведения содержат некоторую путаницу, поскольку упомянутые в них широты обоих мест не соответствуют этим величинам, что, по всей вероятности, является следствием искажений в списках. Поэтому, ввиду малой надёжности всего этого, я не вычислял из него окружность Земли. Данный рассказ приводит Мухаммед ибн Али ал-Мекки в своей книге *Об округлости Земли и Неба*. Он утверждает, что широта Тамдора – 34° , а широта Ракки – $35\frac{1}{2}^{\circ}$ (Бируни 1966, 210).

Тамдор (Пальмира) и Ракка – это города в Сирии. Кто именно и в какую эпоху выполнил измерение, о котором шла здесь речь, сказать трудно. Уверенности в точности этого измерения, как видно, тоже не было. Не была известна багдадским учёным и величина стадия, использованная в измерениях Эратосфена, о которых они также были осведомлены. Поэтому в 827 году они по повелению халифа ал-Ма'муна произвели своё собственное измерение длины дуги одного градуса земного меридиана. Это было сделано на равнине Синджар в северной Месопотамии. Результат измерения составил $56\frac{2}{3}$ арабских мили.

Измерение ал-Ма'муна произошло после того, как он вычитал из книг греков, что величина одного градуса 500 стадий, а это их мера длины, которой они измеряли расстояние. Он не нашёл у переводчиков убедительных сведений, из которых он смог бы узнать её величину. Тогда, как рассказывает Хабаш со слов Халида ал-Мерверруди и со слов группы учёных и искусных ремесленников – плотников и медников, ал-Ма'мун повелел изготовить инструменты и выбрать место для проведения этих землемерных работ. Было выбрано место в степи Синждара в пределах Мосула, отделённое от его столицы на 19 фарсахов и от Самарры на 43 фарсаха. Всех удовлетворила его ровность. туда привезли инструменты и выбрали место, в котором измерили полуденную высоту Солнца. Затем разделились от этого места на две группы: Халид направился с одной группой землемеров и мастеров в сторону Северного полюса, а Али ибн Иса ал-Аструлаби и Ахмед ибн ал-Бухтури аз-Зарра с другой группой – в сторону Южного

полюса. Каждая группа измеряла полуденную высоту Солнца до тех пор, пока не нашла, что она изменилась на один градус помимо изменения, обусловленного наклоном. А они по пути измеряли дорогу и ставили на ней стрелы. Обе группы соединились там, где расстались, и нашли, что величина одного градуса окружности Земли равна 56 милям. Хабаш утверждает, что он слышал, как Халид диктовал это Йахье ибн Аксаму ал-Кади, и Хабаш почерпнул всё это на слух. Так рассказывает об этом Абу Хамид ас-Сагани со слов Сабита ибн Корры. Со слов же ал-Фаргани передают: «за упомянутыми милями следуют ещё две трети». Также и я нашёл, что все сведения подтверждают эти две трети. Однако невероятно, чтобы их отсутствие объяснялось выпадением их из списка книги *О даях и телах*, поскольку Хабаш из этой величины вычислил окружность Земли, её диаметр и остальные величины. И если ты проверишь, то найдёшь, что его результаты исходят из величины одного измеренного градуса, равного 56 милям ровно. Так что скорее всего следует предполагать причиной расхождения этих двух версий исход их от тех двух групп учёных (Бируни 1966, 211).

По указаниям ал-Бируни, одна миля составляет 4000 «чёрных» локтей. Если судить по ниломеру, построенному ал-Фаргани в 861 году на острове Рауда вблизи Каира, длина такого локтя составляет 49,3 см. В таком случае миля в 4000 локтей равна 1970 м. Тем самым длина дуги одного градуса земного меридиана составляет 112 км, а охват Земли – 40.200 км.

СРЕДНЕВЕКОВАЯ ЕВРОПА

Одним из первых европейских учёных, познакомившихся с арабской наукой, был Герберт Аврилакский (ок. 940–1003), с 999 г. – папа Сильвестр II. Для приобретения знаний в этой области он посетил христианскую Барселону и арабскую Кордову. Он привёз на Запад армиллярную сферу, о чём имеются свидетельства в его переписке. Герберт преподавал математику и астрономию в монастырской школе в Реймсе и был одним из учёнейших людей своего времени.

Новая эпоха в освоении греческой и арабской науки европейцами открылась в XII веке. Важнейшую роль здесь сыграли переводческие школы, действовавшие в Испании и Сицилии, двух областях непосредственного соприкосновения западноевропейского христианского мира с мусульманской культурой. Крупнейшим переводчиком XII столетия был Герард Кремонский (1114–1187), работавший в Толедо. Среди огромного массива научной литературы, переведенной в эту эпоху, были трактаты Аристотеля *Физика* и *О небе*, *Альмагест* Птолемея, комментарий к нему ал-Фаргани, различные астрономические таблицы и сочинения по сферической геометрии.

Дальнейшее развитие европейской науки и учёности шло через университеты. Старейшие из них, такие как Парижский и Оксфордский, существовали уже в XII веке. Средневековый университет делился на факультеты: богословский, юридический, медицинский и факультет свободных искусств. К свободным искусствам относились три дисциплины тривия (грамматика, риторика, логика) и четыре дисциплины квадривия (арифметика, геометрия, гармоника, астрономия). С течением времени факультет искусств фактически стал фило-

софским факультетом. Устройство Вселенной здесь преподавалось прежде всего по сочинениям Аристотеля; но при наличии профессуры астрономия могла изучаться и по более специальным текстам, таким как комментарий ал-Фаргани к *Альмагесту*.

В первой половине XIII века было написано одно из первых западноевропейских сочинений по астрономии – *Трактат о сфере*. Его автором был английский учёный Иоанн Голливуд (1195–1256), более известный под латинизированным именем Сакробоско. Он получил своё образование в Оксфорде, а с 1221 года преподавал в Сорбонне. Основы астрономии в *Трактате о сфере* излагались по греческим и арабским источникам. Трактат начинается с описания четырёх элементов Аристотеля и разделения Вселенной на Небеса и Землю. Далее рассматриваются традиционные доводы в пользу сферичности Неба и Земли, указывается размер земного круга в 252000 стадиев, установленный Эратосфеном, обсуждается устройство кругов небесной сферы, восходы и заходы знаков Зодиака, годовое движение Солнца по эклиптике, смена времён года на разных широтах, климатические зоны Земли, птолемея схема движения планет по трём кругам, механизм солнечных и лунных затмений. Трактат Сакробоско – весьма краткий, не содержащий в себе никаких математических выкладок и приспособленный для образовательных целей. По этому сочинению астрономия изучалась в европейских университетах следующие четыре столетия. Сохранилось большое количество его рукописей; а с момента возникновения книгопечатания он многократно переиздавался, начиная с первого издания 1478 года и вплоть до начала XVII века.

Ещё один трактат, посвящённый изложению основ астрономической науки и также носящий название *О сфере*, был написан Робертом Гроссетестом (1175–1253).

Таким образом, европейская университетская наука в разделе астрономии всецело следовала общей традиции, идущей от древних греков. От арабской и греческой науки она отличалась своей большей ориентированностью на книжную учёность, мало связанную с непосредственными астрономическими наблюдениями. Европейские учёные в эпоху Средневековья не строили больших обсерваторий, таких как Багдадская и Марагинская, предпочитая трактовать Аристотеля и Птолемея с университетской кафедры.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Источники в переводах на современные языки

- Античная география*. Сост. М. С. Боднарский. Москва: Географгиз, 1953.
- Армянская география VII века по Р.Х. (приписывавшаяся Моисею Хоренскому)*. Пер. К. П. Патканова. Санкт-Петербург, 1877.
- Бируни Абу Рейхан. «Индия». Пер. А. Б. Халидова, Ю. Н. Завадовского, *Избранные произведения*, Том II. Ташкент: Фан, 1963.
- Бируни Абу Рейхан. «Определение границ мест для уточнения расстояний между населенными пунктами (Геодезия)». Иссл., пер. и прим. П. Г. Булгакова, *Избранные произведения*, Том III. Ташкент: Фан, 1966.
- Бируни Абу Рейхан. «Канон Мас'уда». Пер. и прим. П. Г. Булгакова, Б. А. Розенфельда и А. Ахмедова, *Избранные произведения*, Том V. Ташкент: Фан, 1973.
- Бируни Абу Рейхан. «Книга вразумления начаткам науки о звёздах». Пер. и прим. Б. А. Розенфельда и А. Ахмедова, *Избранные произведения*, Том VI. Ташкент: Фан, 1975.
- Витрувий. *Десять книг об архитектуре*. Пер. Ф. А. Петровского. Москва: Изд-во Академии архитектуры, 1936.
- Гемин. «Введение в явления.» Пер. А. И. Щетникова, *ΣΧΟΛΗ* 5 (2011) 174–233.
- Гигин. *Астрономия*. Пер. и комм. А. И. Рубана. Санкт-Петербург: Алетейя. 1997.
- Клеомед. «Теория круговращений небесных тел.» Пер. А. И. Щетникова. *ΣΧΟΛΗ* 4 (2010) 349–415.
- Манилий Марк. *Астрономика: Наука о гороскопах*. Пер. и комм. Е. М. Штаерман. М.: Изд. МГУ, 1993.
- Подосинов А. В., Скржинская М. В. *Римские географические источники: Помпоний Мела и Плиний Старший. Тексты, перевод, комментарий*. Москва: Индрик, 2011.
- Птолемей Клавдий. *Альмагест: Математическое сочинение в 13-ти книгах*. Пер. И. Н. Веселовского. Москва: Наука, 1998.
- Страбон. *География*. Пер. Г. А. Стратановского. М.: Наука, 1964.
- Теон Смирнский. «Изложение математических предметов, полезных при чтении Платона». Пер. А. И. Щетникова. *ΣΧΟΛΗ* 3 (2009) 466–558.
- ал-Фараби. *Комментарий к "Альмагесту" Птолемея*. Пер. А. Кубесова и Дж. аль-Даббаха. Алма-Ата: Наука, 1975.
- ал-Хорезми. *Астрономические трактаты*. Пер. и комм. А. Ахмедова. Ташкент: Фан, 1983.
- Цицерон. *Философские трактаты*. Пер. М. И. Рижского. Москва: Наука, 1985.
- Āryabhata. *The Āryabhatīya. An ancient Indian work on mathematics and astronomy*. Tr. W. E. Clark. Chicago, 1930.
- Thorndike L. (1949) *The Sphere of Sacrobosco and its commentators*. Chicago: Univ. Press. Varāha Mihira. *Pañchāsiddhāntikā*. Text, tr. and intr. by G. Thibaut and M. S. Dvivedī. Benares, 1889.

2. Литература

- Бронштэн, В. А. (1985) *Клавдий Птолемей*. Москва: Наука.
- Ван-дер-Варден, Б. Л. (1991) *Пробуждающаяся наука II: Рождение астрономии*. Пер. Г. Е. Куртика. Москва: Наука.
- Володарский, А. И. (1976) «Астрономия в древней Индии», *Историко-астрономические исследования*, 12, 237–251.
- Гаврюшин, Н. К. (1982) «Византийская космология в XI веке», *Историко-астрономические исследования*, 16, 327–338.
- Жмудь, Л. Я. (1990) *Пифагор и его школа (ок. 530 – ок. 430 гг. до н. э.)*. Ленинград: Наука.
- Клименко, А. В. (1979) «Древнейшие определения размеров Земли», *Развитие методов астрономических исследований*, 8, 70–83.
- Мамедбейли, Г. Д. (1961) *Основатель Марагинской обсерватории Насирэддин Туси*. Баку.
- Нейгебауер, О. (1968) *Точные науки в древности*. Пер. Е. В. Гохман. Москва: Наука.
- Пигулевская, Н. В. (1951) *Византия на путях в Индию. Из истории торговли Византии с Востоком в IV–VI вв.* Москва–Ленинград.
- Редин, Е. К. (1916) *Христианская топография Козьмы Индикоплова*. Москва.
- Щетников, А. И. (2010) «Измерение астрономических расстояний в Древней Греции», *ΣΧΟΛΗ* 4, 325–340.
- Russell, J. В. (1991) *Inventing the flat Earth: Columbus and modern historians*. New York.