

GALILEO
GALILEI

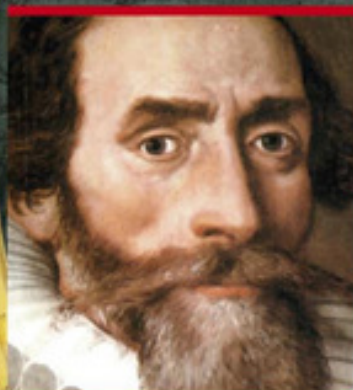
МАРИ БОАС ХОЛЛ

НАУКА



FRANCIS
BACON

РЕНЕССАНСА



JOHANNES
KEPLER

ТРИУМФАЛЬНЫЕ ОТКРЫТИЯ
И ДОСТИЖЕНИЯ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
ВРЕМЕН ПАРАЦЕЛЬСА И ГАЛИЛЕЯ
1450—1630



PARACELSUS

Мари Боас Холл

**Наука Ренессанса. Триумфальные
открытия и достижения
естествознания времен
Парацельса и Галилея. 1450–1630**

«Центрполиграф»

1962

Боас Холл М.

Наука Ренессанса. Триумфальные открытия и достижения естествознания времен Парацельса и Галилея. 1450–1630 / М. Боас Холл — «Центрполиграф», 1962

Известный историк науки из университета Индианы Мари Боас Холл в своем исследовании дает общий обзор научной мысли с середины XV до середины XVII века. Этот период – особенная стадия в истории науки, время кардинальных и удивительно последовательных перемен. Речь в книге пойдет об астрономической революции Коперника, анатомических работах Везалия и его современников, о развитии химической медицины и деятельности врача и алхимика Парацельса. Стремление понять происходящее в природе в дальнейшем вылилось в изучение Гарвеем кровеносной системы человека, в разнообразные исследования Кеплера, блестящие открытия Галилея и многие другие идеи эпохи Ренессанса, ставшие величайшими научно-техническими и интеллектуальными достижениями и отметившими начало новой эры научной мысли, что отражено и в академическом справочном аппарате издания. В формате a4.pdf сохранен издательский макет.

© Боас Холл М., 1962

© Центрполиграф, 1962

Содержание

Введение	6
Предисловие	8
Глава 1	9
Конец ознакомительного фрагмента.	25

Холл Мари Боас
Наука Ренессанса. Триумфальные
открытия и достижения естествознания
времен Парацельса и Галилея. 1450—1630
Marie Boas Hall
The Scientific Renaissance 1450—1630

Введение

Стремление понять явления, происходящие в природе, старо как мир. Люди всегда старались найти логику в таинстве и порядок в хаосе. Они делали бесчисленное множество попыток и иногда обнаруживали странные сходства в совершенно разных областях, выражающие универсальные истины, глядя через призму которых конкретные события начинали видиться вполне рациональными и объяснимыми последствиями. Чтобы понять многие явления, люди пытались исследовать и анализировать их, поскольку человек не может жить в мире, не стремясь постичь те или иные причины происходящего в нем.

Современная наука является не только европейской. Еще до того, как она достигла расцвета, началось ее становление в Северной Америке и Китае, а истоки интеллектуальных традиций, от которых она произошла, следует искать в Египте и Западной Азии. Но революция в идеях, сделавшая возможным современные научные достижения, имела место в Европе и только там создала ментальный инструмент, настолько мощный и универсальный, что ему удалось полностью вытеснить местные научные традиции неевропейских обществ.

Настоящая книга «Научный ренессанс» (The Scientific Renaissance) посвящена ранней стадии этой научной революции, начиная с того, что традиционно (хотя и не всегда точно) называют ренессансом учености XV века. Научная революция стала следствием уникальной серии инноваций в научных идеях и методах. Она дала ключ к пониманию структуры и связи вещей. Она была (и до сих пор остается) величайшим интеллектуальным достижением человека после первого проявления абстрактного мышления, открывшим для него всю физическую вселенную и в конечном счете человеческую природу и поведение – для комплексного исследования. Мы только сейчас начинаем понимать ее практические и моральные последствия. Этим колоссальным успехом Европа во многом обязана Востоку, о котором тогда знала очень мало. Средства передачи научной информации – бумага и печать – пришли к нам из Китая; наука говорит языком чисел, появившихся в Индии. Также Европа получила с Востока свои первые знания о некоторых явлениях (таких как магнитный компас), веществах (к примеру, селитра) и отдельных промышленных достижениях, относящихся к экспериментальной науке. Но Европа не заимствовала с Востока научных идей, и в любом случае заимствование прекратилось до начала подъема современной науки.

По этой причине в данном труде есть только случайные ссылки на науку за пределами европеизированного мира. Европа не взяла с Востока ничего такого, без чего не могла быть создана современная наука, но тем не менее все позаимствованное было ценным только потому, что вошло в европейские интеллектуальные традиции. А их основы, безусловно, были заложены в Греции. Греческие философы, считавшие, что если разум и имеет границы, то это границы самой вселенной, они внесли в европейские научные традиции идеал взаимосвязанной системы идей, достаточных для объяснения всего многообразия природы. Греки были прежде всего теоретиками, но в то же время критически рассматривали взаимоотношения между теориями и действительным восприятием событий в природе. Они положили начало и основанной на наблюдениях биологии, и математической физики. Большую часть двух тысячелетий Европа продолжала видеть природу глазами греков. Хотя научная революция началась как протест против догматизма, она одновременно частично черпала вдохновение в отвергнутых аспектах греческого наследия. Поскольку Галилей восхищался Архимедом не меньше, чем Гарвей (Харви) Аристотелем, «механическая философия», процветавшая в XVII веке, уходила в прошлое к Эпикуру и Лукрецию. Научная революция не отказалась от греческой науки – она ее преобразовала. Поэтому в первой книге серии рассмотрено научное отношение греков и его связь с современными научными достижениями. Ведь невозможно до конца понять,

какие необходимы перемены, чтобы положить начало современной науке, не рассмотрев во всех деталях сильные и слабые стороны греческого мировоззрения.

Это мировоззрение достигло Европы начала наших дней сложными путями: непосредственно, через римлян и арабов, а также через предков – философов и математиков Средневековья. Рассказывая об истории современной науки, нет необходимости описывать медленный и кружной процесс частичного восстановления и ассимиляции в Европе греческой научной мысли после падения Римской империи. С другой стороны, очень важно проанализировать влияние, которое оказал свежий взгляд на греческие источники в XV и XVI веках, когда средневековая наука окончательно стала бесплодной. Такой анализ выполнен в настоящей книге. В то же время – и это представляется уместным – следует отдать должное безусловным заслугам средневековой научной мысли, которая нашла свое истинное выражение в трудах Галилея и его современников.

Твердые основы, заложенные Галилеем, рассмотрены в другой книге серии «Подъем современной науки». Здесь XVI век балансирует между старой мыслью и новой, между авторитетом и оригинальностью, между здравым смыслом и необузданным воображением. В то время, когда математики погружаются в мистицизм, а эксперименты обещают ключ к эзотерическим чудесам, все кажется возможным. И все же логика науки становится сильнее, разрушая и одновременно созидая. Описательный метод в биологии, обращенный против идей греческих основателей, достиг новых высот; математическим анализом доказаны теории Коперника. Если Вселенная, больше не являющаяся конечной и вертящейся вокруг Земли, представляется странной и пугающей; если новая научная метафизика сводит все к игре материи и движения, тем не менее разум предлагает, как и в прошлом, единственный путь к реальности. В крайнем случае Вселенная для человека – то, что он в ней видит. XVI век совершил переворот во взглядах; и последующим поколениям предстояло увидеть, к чему это привело.

А. Руперт Холл

Предисловие

Эта книга, я надеюсь, покажет, что период с 1450 по 1630 год является особенной стадией в истории науки. Это было время кардинальных перемен, но перемен были удивительно последовательными. Также это время знаменует разрыв с прошлым. Я не хочу отрицать важность и обоснованность средневекового вклада в науку, особенно в математическую физику, но как бы много ученые XVI века ни извлекли из науки XIV века, они были отделены от нее тремя поколениями, делавшими непрерывающиеся страстные попытки возродить греко-римскую Античность в Европе XV века. Стремление вновь открыть для себя и изучить все то, что знали греки, господствовало в умах людей, живших в 1450-х годах; блестящие инновации XVI века показали, что это знание, однажды ассимилированное, имеет удивительные результаты. Революционные теории и методы 1540-х годов были до конца поняты к 1630 году. Труды Гарвея о кровообращении, опубликованные в 1628 году, и блестящий труд Галилея «Диалог о двух системах мира», заверченный в 1630 году, стали вехой, отметившей завершение трудов века предыдущего и начало новой эры. Оба труда были предметом восхищения двух совершенно разных поколений по разным, но одинаково весомым причинам.

Подтверждение моего долга перед многими учеными отражено в библиографии и примечаниях. Я особенно признательна тем деятелям науки, которые существенно облегчили мой путь, выполнив английские переводы трудов авторов XVI века. Правда, я сравнила существующие переводы с доступными мне первоисточниками и, если считала необходимым, сделала новые. Мистер Стилмен Дрейк любезно предоставил мне два своих перевода трудов Галилея еще до их публикации.

*Университет Индианы
Мари Боас*

Глава 1

Триумф нашего нового века

Совершено путешествие вокруг света, открыты самые крупные земные континенты, изобретен компас, печатный станок сеет знания, порох революционизировал искусство войны, спасение древних манускриптов и восстановление гуманитарной науки – все это свидетельствует о триумфе нашего нового века¹.

Эти слова французского врача, написанные в 1545 году, могли бы принадлежать любому всесторонне образованному человеку этого времени, желающему дать характеристику своему веку. Пребывая в счастливом неведении о том, что история – непрерывный продолжительный процесс и что каждое новое открытие имеет корни в прошлом, люди XV века заявляли о своей полной независимости от средневековых предков. Они с гордостью верили, что являются основателями нового исторического этапа, который станет достойным соперником классической Античности в образованности, блеске и славе. В качестве знака и символа своего успеха они могли указать на две области открытий: изучение учеными интеллектуального мира древних и исследование земного шара моряками. Два технических новшества помогли первооткрывателям: печатный станок и магнитный компас. Первый был продуктом XV века, второй появился в Европе двумя веками ранее. Ни один из них не был изобретен учеными, и все же наука причастна к созданию обоих и немало выиграла от процветания гуманитарных наук и практической географии.

Ничто не может быть парадоксальнее, чем взаимоотношения точных и гуманитарных наук в XV веке. Это было время, когда человек мог приобрести известность в широких литературных кругах благодаря упорным исследованиям неких сухих и скучных областей филологии или повторному открытию забытой и совершенно незначительной работы греческого или римского автора. Гуманизм уже отобрал у теологии главное место в системе интеллектуальных ценностей. Термин *гуманизм* неоднозначен. В свое время он означал и увлеченность классиками древности, и интерес к отношениям человека и общества, а не человека и божества. Большинство гуманистов были прежде всего озабочены обретением, реставрацией, редактированием и оценкой греческой и латинской литературы (при этом теологическая литература не исключалась). Они считали себя бунтовщиками против схоластики, средневековой религиозной философии, которую они видели связанной больше с логикой и теологией, чем с литературой и светскими науками. Ученый XV века был далек от бунта против этого литературного и филологического акцента, который внешне представляется более удаленным от науки, чем схоластическая программа с ее всеохватывающим интересом ко всему божественному. Он с радостью подчинялся строгости интеллектуального подхода, корни которого уходили в поклонение далекому прошлому, и тем самым готовил путь для воистину новой формы мышления о природе, которая возникнет в следующем поколении.

Ученые были готовы принять методы гуманизма по разным причинам. Они являлись людьми своего времени, и им, как и их литературным современникам, казалось, что труды деятелей недавнего прошлого менее значимы, чем произведения греко-римской Античности, и что последние столетия действительно были «средними веками» – неудачным промежутком между великими достижениями прошлого и достойным потенциалом настоящего. Гуманисты всеми силами старались обрести забытые и утраченные тексты и сделать новые пере-

¹ Fernel J. De Abditis Rerum Causis, 1548, приведено в книге Sherrington. The Endeavour of Jean Fernel. P. 136 (см. далее гл. 5).

воды, которые заменили бы существовавшие в Средние века. Они были уверены, что перевод на классическую латынь, выполненный непосредственно с тщательно отредактированного греческого текста, будет точнее, чем версия XII или XIII века на варварской (то есть церковной) латыни, сделанная с арабского перевода греческого оригинала. Тем более что последняя, как правило, изобиловала странными словами, отражавшими ее не прямое происхождение. Ученые не сомневались: чтобы понять автора, необходимы правильные тексты и переводы, и есть много интересных и важных текстов, малоизвестных и непонятых в Средние века. Они были готовы изучить греческий язык, так же как классические гуманитарные методы, и примкнуть к гуманистам. Так, для английских врачей Томаса Линакра (1460–1524) и Джона Каюса (1510–1573) восстановление и новый перевод греческих медицинских текстов был самоцелью, самостоятельной и важнейшей частью медицины, поскольку греки были лучшими врачами, чем они сами. А немецкие астрономы Джордж Пурбах (1423–1469) и Йоганн Региомонтан (1436–1476) с большим удовольствием читали в Венском университете лекции о Вергилии и Цицероне, собирая огромные аудитории и получая большую плату, чем они могли рассчитывать в качестве профессоров по любой научной дисциплине. Правда, они все равно были влиятельными и вполне профессиональными астрономами. Ученые XV века не видели ничего ненаучного в глубоком интересе к чисто лингвистическим вопросам. Редактируя греческие научные тексты, они считали, что вносят вклад и в науку, и в гуманизм.

Конечно, наука еще не была признана независимой частью образованности. Ученые считались в основном филологами, врачами или колдунами. Практикующий врач всегда был востребованным, а с ростом числа эпидемий, которые начались с чумы в XIV веке и продолжились с появлением в конце XV века сифилиса и тифа, необходимость в них стократ возросла. Врач, особенно имеющий модную практику, как правило, был очень богатым человеком, а профессор медицины был самым высокооплачиваемым преподавателем во многих университетах, вызывая острую зависть коллег. Причем успех врача не имел ничего общего с его знанием анатомии или физиологии, потому что искусство врачевания оставалось эмпирическим, основывалось на опыте, а не на теории. Зато практикующий врач имел множество возможностей для медицинских исследований и открытий, если, конечно, ими пользовался.

Несколько менее уважаемой научной профессией, но временами очень прибыльной была астрология. По ряду причин, среди которых можно назвать страшные эпидемии XIV века, пошатнувшийся авторитет церкви, упорно преследующей схизму и ересь, участвовавшие войны, рост интереса к наблюдательной астрономии, популяризация знаний, благодаря увеличению печатной продукции, вера в оккультизм расцвела пышным цветом в XV веке и не выказала признаков увядания в следующем веке. В этот период высшей стадии развития достигло колдовство, особенно в Германии. Это был век магии и демонологии, век Фауста. Астрология, прежде занимавшая исключительно принцев (в первую очередь на Иберийском полуострове, где каждый двор имел официального астролога), стала доступной широким массам, частично и вскоре приобрела популярность в Германии. Появилась острая необходимость в эфемеридах (таблицах расположения планет), главного инструмента настоящего астролога. Й. Региомонтан, прекратив чтение лекций по классической литературе, посвятил себя их созданию. Любое примечательное небесное явление – парад планет, появление комет (которых было очень много в тот период), затмение и рождение новых звезд – вызывало наплыв всевозможной литературы, содержащей прогнозы не только для властей предрежащих, но и для широких масс. Даже неграмотный знал, что будущее предопределено, так же как и прошлое, что на земле будут продолжаться войны, свирепствовать голод и чума. Сохранились грубые, но выразительные картины – резьба по дереву, изображающие и небесные тела, предвещающие несчастье, и само предсказанное несчастье. Предсказания астрологов неизбежно были до крайности жуткими и внушали ужас.

Мистическая наука в это время была наиболее широко известна: астрология была востребована массами, которые ее с готовностью принимали. Народ считал астронома и астролога одним и тем же лицом. Цели и мечты алхимиков также были хорошо известны и понятны. В Западной Европе никто не слышал об алхимии до XIII века, но затем она стала главным занятием многих ученых и не слишком ученых мужей эпохи Ренессанса. Любопытно, что к ней зачастую относились с изрядной долей скептицизма, как пилигримы Чосера. Находящаяся в стадии зарождения экспериментальная наука популяризировалась как естественная магия, в первую очередь изучение якобы необъяснимых сил природы (магнетизм, увеличение предметов линзами, использование сил воды и воздуха для перемещения игрушек), в общем, речь шла о чудесах природы и трюках фокусников. Математики внесли посильный вклад в магию в форме мистической силы чисел, что было очень полезно для составления предсказаний.

Немистические аспекты науки также популяризировались и служили полезным целям. Ученые начали хвастаться, что овладели секретами мастерства, имея в виду знания, полученные не из книг. Так распространялась прикладная наука. Как и в Средние века, все грамотные люди теперь имели некоторые знания об астрономии – пусть даже самые общие: о времени и календаре. В XV и XVI веках астрономы не утратили интереса к практическому применению астрономии и попытались, со временем вполне успешно, внедрять астрономические методы в судовождение. Моряки это не приветствовали. Появились математики-практики – наполовину поборники прикладной науки, наполовину ремесленники – изготовители инструментов. Новые карты и новые исследования сделали географию в высшей степени популярной. Изготовители ярких цветных карт богатели на их продаже богатым горожанам. Они же составляли карты для моряков. И те и другие пользовались спросом. Стала широко применяться арабская система счисления, а вычисления теперь проводились на бумаге (современная арифметика), вытеснив старую практику использования счетов и римских числительных. Собственно говоря, арабская система была известна ученым с момента появления в XII веке индо-арабских числительных. Но только в XVI веке был создан ряд простых и понятных книг по элементарной математике. Так ученые-математики оказали практическую помощь купцам, ремесленникам и морякам.

Многие вновь открытые греческие знания также вскоре стали доступными широким массам – когда за первой стадией процесса перевода с греческого на латынь последовал перевод с латыни на местные языки. Таково было проявление одного из аспектов гуманизма – популяризации древних знаний. Гуманистская теория образования, созданная, чтобы воспитывать джентльменов, была аристократическим идеалом (по сути, она была нацелена на *создание* джентльменов, а не на воспитание их по рождению). Но гуманизм пробивал себе дорогу в оплоты схоластики только с помощью находчивости и умной пропаганды, завоевавшей симпатии могущественных сил за пределами ученого мира университетов, чтобы обеспечить поддержку общественного мнения, ограниченную, но постоянно расширяющуюся аудиторию. Аудитория начала требовать наслаждений гуманизма без его утомительных и скучных сторон. Отсюда наплыв переводов, делавших науку и литературу доступной на языке, известном дилетантам.

Вскоре, следуя примеру своих предшественников-гуманистов, ученый XVI века попытался сделать свои знания доступными простому человеку. Он загорелся желанием (надо признать, несколько преждевременным) научить невежественного ремесленника усовершенствовать свое ремесло с помощью лучшей теории или больших знаний. Для этой цели было написано большое количество упрощенных учебников, таких, например, как труды английского математика Роберта Рекорда «Основы искусств» (*The Grounde of Arts*, 1542, по арифметике), «Путь к знаниям» (*The Pathway to Knowledge*, 1551, по геометрии) и «Замок знаний» (*The Castle of Knowledge*, 1556, по астрономии). Параллельно значительно усовершенствовалась национальная проза. Ученые в это время были вполне готовы учиться у ремесленников; научившись у них всему, чему можно, они, естественно, вознамерились в свою очередь

приступить к обучению ремесленников и были чрезвычайно разочарованы, обнаружив, что те не хотят учиться.

Героическая стадия гуманизма относится к периоду до 1450 года: в 1397 году греческий дипломат Мануил Хрисолор (1355–1415) начал цикл лекций по греческому языку и литературе, который заставил юных флорентийцев отвлечься от университетских занятий и стать восторженными энтузиастами греческого языка. В начале XV века начался повсеместный поиск манускриптов греческих и латинских авторов, ранее забытых, отвергнутых или неизвестных. Хотя главный интерес гуманистов был направлен на литературную классику, они не отклоняли и других древних знаний. Отношение к научным трудам было не менее бережным, чем к трудам литературным. Тем более если те не были изучены ранее. В 1447 году итальянский гуманист Поджо Браччолини был счастлив, обнаружив в удаленном монастыре манускрипт Лукреция (который почти никто не читал в Средние века, но он стал удивительно популярен в эпоху Ренессанса), ничуть не меньше, чем когда нашел в монастыре Святого Галла манускрипт Цицерона. Гуарино да Верона, страстно увлекшийся латинской литературой, был очень рад, найдя медицинский труд Цельса (в 1426 г.), который оставался неизвестным на протяжении 500 лет. Когда Якопо Анджеоло вернулся из Константинополя с багажом манускриптов и его корабль потерпел крушение на подходе к Неаполю, одним из спасенных им сокровищ была «География» (Geography) Птолемея, по странному стечению обстоятельств не известная христианскому Западу, в течение трех веков почитавшему труд Птолемея по астрономии. Анджеоло уже перевел «Географию» на латынь (в 1406 г.), так что она была полностью готова для презентации широкой публике.

К середине XV века эта большая и волнующая работа по поиску и сбору древних рукописей завершилась. Европейские монастыри были основательно разграблены, а падение Константинополя и его переход в руки турок в 1453 году означали, как жаловались гуманисты, конец богатейшего источника греческих текстов. Один из исторических мифов, до странности живучих, гласит, что изучение гуманистами греческих текстов началось с прибытия в Италию в 1453 году группы ученых – беженцев из Константинополя, которые якобы были вынуждены поспешно покинуть город, захватив только редкие манускрипты. Помимо небольшой вероятности этой истории и установленного факта, заключающегося в том, что в начале XV века наблюдался активный сбор греческих манускриптов в Константинополе, существует свидетельство самих гуманистов о том, что падение Константинополя стало для них трагедией. Характерен «крик души» великого гуманиста кардинала Энеа Сильвио Пикколомини (позднее он стал папой Пием II), который в июле 1453 года написал папе Николаю: «Как много имен величайших людей погибнет! Это вторая смерть для Гомера и Платона. Фонтан Муз иссяк навсегда»².

Лишившись возможности находить новые манускрипты, гуманисты обратились от физических находок к открытиям интеллектуальным, от поиска новых текстов к их редактированию и переводу – тщательному, глубокому, точному. Они устанавливали каноны грамматики, реанимировали поврежденные и трудные для восприятия тексты в надежде вернуть им форму, приданную самим автором. И здесь гуманизм проявил удивительную справедливость – ради науки. Никто не мог считаться закончившим период «ученичества», не выполнив достойный латинский перевод греческого текста. Причем текст мог быть научным или медицинским – в XVI веке выбирать уже не приходилось. Так, Джорджо Валла (ум. в 1499 г.), обычный литератор-гуманист, своими главными сокровищами считал два из трех важных манускриптов Архимеда. У него также были манускрипты Аполлония и Герона Александрийского, которые он частично перевел. Все эти переводы вошли в появившуюся в 1501 году его энциклопедиче-

² Sandys J.E. A History of Classical Scholarship. II. London, 1908. P. 73.

скую работу «О вещах, к которым надо стремиться и которых следует избегать» (*De Expetendis et Fugendis Rebus*). Гуарино, нашедший манускрипт Цельса, перевел на латынь, помимо чисто литературных текстов, «Географию» Страбона. Линакр больше запомнился тем, что привнес греческие тексты в Англию, чем своей поддержкой развития медицины – новыми переводами Галена и основанием в 1518 году Королевского колледжа врачей. Но, в общем, современники находили столь разностороннюю деятельность вполне естественной.

Важно понимать, что именно гуманисты сделали доступными труды «новой» греческой науки. Хотя греческая наука в Средние века была широко известна в латинских версиях трудов, это были главным образом или ранние произведения (V и IV вв. до н. э.) или поздние (II в. н. э.). Труды ученых-греков лучшего периода греческой науки – эллинизма 3050 годов до н. э. – оставались в Средние века малоизвестными. Обычно это были сложные произведения, содержавшие обширный математический аппарат и трудные для восприятия. Деятельность гуманистов имела важное значение в том, что они изучали их и сделали доступными. Гуманизм по своей природе первостепенное внимание уделял установлению точных слов автора, а значит, корректировке ошибок писцов и восстановлению сомнительных отрывков. Поэтому гуманисты всегда относились с сомнением и недоверием к переводам греческих трудов, сделанных в XII и XIII веках не напрямую, а через арабские языки. В них греческие слова зачастую отделялись от латыни четырьмя, если не больше, промежуточными языками – такой тернистый путь перевода, естественно, не отличался точностью. Они включали то, что для людей XV века воспринималось ужасными арабизмами и неологизмами, хотя смысл оригинала был в той или иной степени сохранен. В те времена высоко ценился римский медицинский автор Цельс, потому что в его трудах содержались чистые и точные латинские эквиваленты греческих анатомических терминов вместо латинских форм арабизированных греческих терминов. Повышенное внимание к точной передаче слов автора имело большее значение для литературы, чем для науки, но никакого различия не делалось. Таким образом объясняется то, что сегодня представляется избыточной поглощенностью «чистыми» текстами.

Ученый XV–XVI веков был целиком и полностью солидарен с этими идеями, пропитанными идеалами гуманизма. Отсюда и его озабоченность возвращением к трудам Галена или Птолемея (очищенным от исламских или средневековых комментариев). Поэтому он значительное внимание уделял чисто словесным аспектам древних научных текстов. Несомненно, большая часть этого времени потрачена впустую. Но тем не менее определенно полезнее читать Галена и Евклида напрямую, чем через арабский пересказ. Несомненно, было ликвидировано множество неточностей. Прежде всего возврат к оригиналу заставил серьезно задуматься о том, что в действительности думали и писали Аристотель и Гиппократ, Гален и Птолемей. За этим последовало признание истинности или ошибочности, плодотворности или бесполезности вклада в науку великих ученых прошлого. Так был сделан первый шаг к научному прогрессу. Греческая наука в XV веке никоим образом не утратила вдохновляющей идеи. Она все еще могла – и сохранила эту способность на два следующих столетия – предложить разные темы для исследования для каждого из последующих веков. А главное, она способствовало отходу от традиционности, от общепринятого мышления. Гуманизму было что предложить науке.

Но почему тогда гуманисты, такие как Эразм, часто нападали на науку? Например, университетскую науку они считали частью бесплодного умствования схоластики. Век, желающий стать новым, должен в силу необходимости отречься от идей недавнего прошлого. И гуманисты превратили хваленного «доктора тонкого» конца XIII века (Дунс Скот) в тупицу века XVI³. Современные историки, восхищающиеся гениальностью математиков и физиков XIV

³ Шотландский философ и богослов Иоанн Дунс Скот (ок. 1265–1308) был наиболее вдохновенным оппонентом рационализма, за который выступал Фома Аквинский, пытавшийся установить различие между причиной, основанием и верой.

века, осуждают эту антипатию и считают гуманистическое поклонение Античности вредным для научного прогресса. Однако, несмотря на несомненные достижения философов XIV века в некоторых направлениях, была необходима какая-то другая составляющая, чтобы стимулировать развитие современной науки. *Il faut reculer pour mieux sauter*⁴ часто справедливо и в интеллектуальных вопросах: средневековая вдохновляющая идея была в начале XV века ослаблена, и древнегреческий стимул в тот момент оказался сильнее. Когда гуманист критиковал средневековую науку, он нападал на интеллектуальное отношение, которое казалось ему замедленным и стерильным. Он не критиковал науку вообще. Он одинаково восхищался Аристотелем – литературным критиком и Аристотелем – биологом, но нападал на Аристотеля – космолога и семантического философа. Гуманист восхвалял неприятие материального мира Платоном и Сократом и космологию Платона, настаивавшего на необходимости изучения геометрии как обязательной предпосылки постижения более высоких понятий. Наставления Платона были приняты на вооружение. Где бы ни создавались гуманистические школы, математика, чистая и прикладная, всегда ассоциировалась с литературным изучением латыни и греческого языка. Гуманист, вдохновленный всем тем, что в его глазах составляло славу греческого прошлого, желал передать образ этого прошлого в целом и показать, что греки внесли вклад во все области светских знаний⁵. Возможно, увлеченность гуманиста греческими познаниями на время отодвинула средневековую науку в тень, но зато она извлекла на свет многое из того, что современному ученому полезно знать, но иным способом он этого никогда бы не узнал.

Тот факт, что наука в XV веке интересовала не только ученых, а была частью популярных знаний, пусть и не главной, следует из списка книг, опубликованных до 1500 года, инкунабул, которые современные коллекционеры с любовью собирают и каталогизируют. Самая ранняя из сохранившихся книг, напечатанных в Западной Европе, датируется 1447 годом. К 1500 году во всех странах Западной Европы было выпущено по крайней мере 30 000 индивидуальных изданий (на Иберийском полуострове печатные станки были установлены только в самом конце века). Большинство книг, естественно, были религиозными – от Библии до трудов по теологии. Другие книги также отражали спрос. В XV веке, как и сегодня, издатели не желали печатать то, что, по их мнению, не будет продаваться.

Но все же около 10 процентов инкунабул затрагивают научные проблемы. Не такая уж плохая пропорция! Это были популярные издания, научные энциклопедии, греческая и латинская классика, средневековые и современные учебники, а также элементарные трактаты, в основном по медицине, арифметике и астрономии. Было сравнительно немного греческих изданий, поскольку латинские переводы должны были пользоваться большей популярностью, и совсем мало сложных и серьезных трудов. Там вместо «Альмагеста» Птолемея – самого влиятельного трактата по астрономии из всех когда-либо написанных, но интересного только узким специалистам, был издан упрощенный труд Региомонтана «Эпитома Альмагеста Птолемея». Вместе с тем еще до 1500 года была издана «География» Птолемея (на латыни), отражая широкий общественный интерес к картографии. Во всем этом нет ничего удивительного: работы специалистов, интересные только ограниченному кругу лиц, не печатались, как книги. Они надолго оставались рукописями. В точности как и сегодня, специальные статьи публикуются только в научных журналах. Зато и раньше, и сегодня есть спрос на популярные издания. То, что в XVI веке было напечатано много научных трудов, свидетельствует о том, насколько активно популяризировалась наука.

Последователей Скота (Dunsmen) высмеивали за их отказ от поддержки любой теологической реформы. Постепенно имя их блестящего ментора стало обозначать недалекого, ограниченного, тупого человека. Сегодня dunce – глупец, тупица. (Примеч. пер.)

⁴ Следует отступить, чтобы прыгнуть дальше (фр.). (Примеч. пер.)

⁵ Эразм редактировал первое греческое издание «Географии» Птолемея (Froben Press, 1533).

Печатный станок имел двойное влияние на науку. Во-первых, делая тексты доступными, он «сеял знания», обеспечивая более широкую аудиторию, чем без печати, одновременно подчеркивая авторитет печатного слова. Во-вторых, он особенно повлиял на развитие биологических наук, сделав возможным распространение иллюстраций. Эффект многих трудов XV и XVI веков по анатомии, зоологии, ботанике и естественной истории напрямую зависел от иллюстраций, которые многократно облегчали восприятие (и помогали в стандартизации технических терминов). Точные иллюстрации могли воспроизводиться в больших количествах только на печатном станке. Что случалось при копировании иллюстраций писцами, ясно из постепенного и весьма прискорбного ухудшения качества изначально великолепных иллюстраций к труду по ботанике Диоскорида. Миниатюристы могли передать общий вид цветов, но они не имели никакого представления о научной точности. Но теперь, при сотрудничестве известных художников, с печатных станков сходили книги с удивительно красивыми и грамотно выполненными рисунками, что в немалой степени влияло на повышение популярности науки. Печатный станок также способствовал научному прогрессу. Информация о новых идеях и открытиях стала публиковаться, и они не забывались, а ложились в основу работы других. Научный прогресс не зависел от печатного слова. На самом деле многие ученые, такие как Коперник (1473–1543), много лет не давали согласия на печатание своих трудов. Мавролико (1494–1577) и Евстахий (1520–1574) тоже при жизни не публиковали своих важных работ. Однако такое отношение было редким. Публикация существенно облегчала распространение, а неопубликованные научные труды почти не имели шансов повлиять на другие. Самый подходящий пример – работа Леонардо да Винчи. В этом, как и во многом другом, ситуация стабилизировалась в ходе XVI века, но в конце XV века была подготовлена почва.

Как было показано, изобретение печатного станка содействовало распространению знаний прошлого. Но точно так же оно способствовало повышению интереса к новым знаниям великого века исследований и открытий. Великие открытия делались почти без использования новой техники, но их результат стимулировал прогресс в математической географии и астрономических методах навигации, что стало широко известно благодаря напечатанным книгам. Моряки начала XV века, бросающиеся слепо, но с надеждой в Южную Атлантику, заставили ученых людей, сидящих в кабинетах, задуматься о несовершенстве существующих методов судовождения. Моряки от этого только выиграли. Ведь почти все усовершенствования, помогающие найти нужный курс в незнакомом море или правильно изобразить земную поверхность на плоской карте, были предложены не моряками, а учеными. Первое было новым, совершенно неизвестным в древности, второе – возрождением старых знаний, утраченных на протяжении веков, когда люди не знали и не читали «Географию» Птолемея.

Морские методы и знания ученых соединялись очень медленно. На протяжении XV века морские и сухопутные карты составлялись по совершенно разным принципам. Сначала моряки находились в лучшем положении, потому что их карты были намного точнее. Повторное открытие гуманистами «Географии» Птолемея изменило картину благодаря математической картографии, которая была быстро принята прикладными математиками. А моряки тем временем продолжали использовать портоланы⁶, распространившиеся после появления в конце XIII века компаса. Самые ранние навигационные карты были составлены на Средиземном море. В XV веке появились карты атлантического побережья Европы и, в конце концов, были составлены карты обоих берегов Северной Атлантики. Принцип портолана прост. Это морская навигационная карта, поэтому в ней тщательно определены очертания береговой линии с указанием очень точных расстояний между береговыми ориентирами. Характерные черты суши были даны, только если они представляли интерес для моряков – порты, укрытия и т. д. Все надписи

⁶ Портолан, портулан – средневековая морская навигационная карта. (Примеч. пер.)

делались на «суше». «Море» было покрыто сеточкой тонких линий (локсодром), исходящих из серии компасных роз, давая компасные румбы. Это позволяло моряку выработать примерный курс из одного места в другое по соответствующим локсодромам (обозначающим постоянное направление компаса) от одной компасной розы до другой. Карты были точными, если речь шла о расстоянии и направлении, однако не были предназначены для отображения больших участков земной поверхности – впрочем, это было невозможно. Портолан – это морской аналог средневековой дорожной карты, своеобразное схематическое изображение маршрута.

Ученый всегда хотел другого – графического изображения всей сферической поверхности Земли, или по крайней мере ее обитаемых частей, традиционно – полушарий⁷. Веками он довольствовался чисто символическим методом изображения: рисовал окружность и двумя чертами (как буква «Т») делил его на три участка, имевшие примерно треугольную форму. Эти участки представляли три континента – Европу, Азию и Африку, а пространства между ними и вокруг окружности – моря и окружающий все океан. В этих так называемых ТО-картах самая обширная территория предназначалась Азии, которая помещалась наверху, отражая тем самым важность Святой земли. (На древних картах юг был наверху; с портоланов началась современная северная ориентация.) Постепенно части удалялись и расширялись, и по мере накопления географических знаний о земной поверхности расстояния и направления все больше приближались к точным. Тем не менее математическая география оставалась неизвестной наукой вплоть до «Географии» Птолемея, которая суммировала все греческие знания о предмете до II века н. э. Она стала доступной в латинском переводе Якопо Анджели после 1410 года. Впервые «География» была напечатана в 1475 году и стала популярной. В XV веке ее переиздавали семь раз. Труд был настолько успешным, а издатели – так заняты допечаткой новых тиражей, что даже упал спрос на новые собрания карт. Новые карты и карты новых районов просто добавлялись к труду Птолемея.

«География» Птолемея изначально включала карты. Но хотя текст этой работы уцелел на протяжении нескольких веков, карты оказались утраченными, и в первом манускрипте их не было. Одной из первых задач, стоящих перед географами, было их воссоздание в соответствии с указаниями Птолемея. Он составил таблицы расстояний и направлений главных пунктов обитаемого мира в эпоху греко-римской Античности и правила создания карт. Однако процесс оказался совсем не простым, включающим разнообразные математические факторы, с которыми математики XV века знакомы не были. Невозможно вскрыть полую сферу и разложить ее в плоскость, так же как нельзя обернуть лист бумаги вокруг сферы таким образом, чтобы он лег гладко, без складок. Иными словами, сферическая поверхность Земли не может быть точно представлена путем прямого переноса на бесконечную двумерную плоскость. Даже полушарие невозможно точно изобразить на плоскости⁸. Создатели портоланов действовали так, словно это было возможно; но морские карты обычно отображали только сравнительно небольшие участки, в других случаях они содержали опасные ошибки. На это авторы XVI века, писавшие о навигации, постоянно указывали упрямым морякам, не верившим, что плоские карты, которыми они привыкли пользоваться, могли быть ошибочными. Картографу приходится мириться с ошибками. Он должен лишь позаботиться о том, чтобы

⁷ Следует заметить, что идея о сферической форме Земли никогда не забывалась полностью и после возрождения в конце XX в. астрономии Птолемея и космологии Аристотеля любому грамотному человеку были хорошо известны аргументы в ее пользу. Колумбу, несмотря на версию школьных учебников, никогда и никого не приходилось убеждать в том, что Земля имеет форму шара. Ему пришлось делать другое: убедить людей в том, что земная окружность так мала, какой он ее (ошибочно) считал, а расстояние по суше из Испании до Ост-Индии так велико, каким он его ошибочно полагал. Ученые были правы. Он не мог плыть из Испании в Японию.

⁸ Астрономы, разумеется, были знакомы со стереографической проекцией астролябии. Можно представить землю таким же способом, как небо, астролябия дает только положение. Никто и не пытался нанести на карты относительное направление и расстояние между звездами, а искажение не имеет особого значения. Карта должна быть весьма точным отображением поверхности.

свести ошибки к минимуму и как можно более точно передать расстояние, направление, размер и форму.

До прочтения «Географии» Птолемея европейские картографы не ведали об этой проблеме. Птолемей описал два способа проекции. Первый способ, который сам он часто употреблял, заключался в следующем: необходимо представить сферическую поверхность Земли нижней частью конуса, развернутого в плоские поверхности. Это дает прямые линии экватора и меридианов и регионов, расположенных недалеко от экватора, но в северных районах, представлявших наибольший интерес для европейца XV века, погрешность существенно возрастает. Второй способ (часто называемый проекцией Дониса по имени германского бенедиктинца, составлявшего таким образом карты для иллюстрации одного из изданий «Географии») был модификацией первого, в котором меридианы и параллели были кривыми, а лежащая в ее основе геометрия – сложнее. Когда методы, описанные Птолемеем, были освоены, картографы были готовы применять новые, более удобные проекции. Но это было дело будущего, так же как переоценка длины земного градуса на разных широтах.

В XV веке использовался только один новый метод изображения – земной глобус. Небесные глобусы, показывающие созвездия в причудливых подробностях и положение главных звезд, были уже некоторое время известны, но первые дошедшие до нас земные глобусы датируются концом столетия. Их рисовали вручную. Самый известный – это глобус, изготовленный Мартином Бехаймом (1459–1507) по заказу отцов города Нюрнберга. Бехайм жил в этом городе, известном ремесленниками, которые изготавливали прекрасные астрономические инструменты. Но его интересовали навигационные, а не астрологические аспекты астрономии, поэтому он предпочитал проводить основную часть времени в Португалии, только ненадолго возвращаясь в Нюрнберг, где в 1492 году закончил свой глобус. Он показывает знаменитые португальские открытия вдоль западного побережья Африки, но, к сожалению, не последние открытия Васко да Гамы на востоке и Колумба на западе. Пока глобусы разрисовывались вручную, они оставались диковиной. Но к началу нового века появились способы печатания полос (клиньев) для приклеивания на глобус, хотя проблемы с точностью отображения остались. Чтобы глобусы можно было использовать в мореплавании, их следовало делать слишком большими, что было неудобно. Несмотря на непрекращающиеся попытки убедить моряков их использовать, они выполняли на судах в основном декоративные функции.

Картографы XV века были поглощены проблемами, связанными с составлением максимально точных сухопутных карт, и у них не было времени задаваться вопросом, насколько их творения будут полезны морякам. Применение научной картографии к морским картам распространилось только в следующем веке. Астрономы и математики разными путями получали информацию о новых открытиях, и необходимо было помочь первооткрывателям создать новые навигационные методы, необходимость в которых ощущалась остро. Понятно, что такую работу мог выполнить ученый, понимающий теоретические основы проблемы, а не судоводитель-практик, искушенный в традиционных методах, но теряющийся, когда они перестают работать. Именно этого и следовало ожидать, потому что суда вышли за пределы хорошо знакомых вод Средиземноморья и Северной Европы. Моряк больше не мог полагаться на компас, навигационную карту и таблицу, как привык это делать в Средиземном море, прокладывая курс по румбу компаса и пройденному расстоянию. Ведь в дальних плаваниях у него не было карты, да и компасный румб был ему неизвестен.

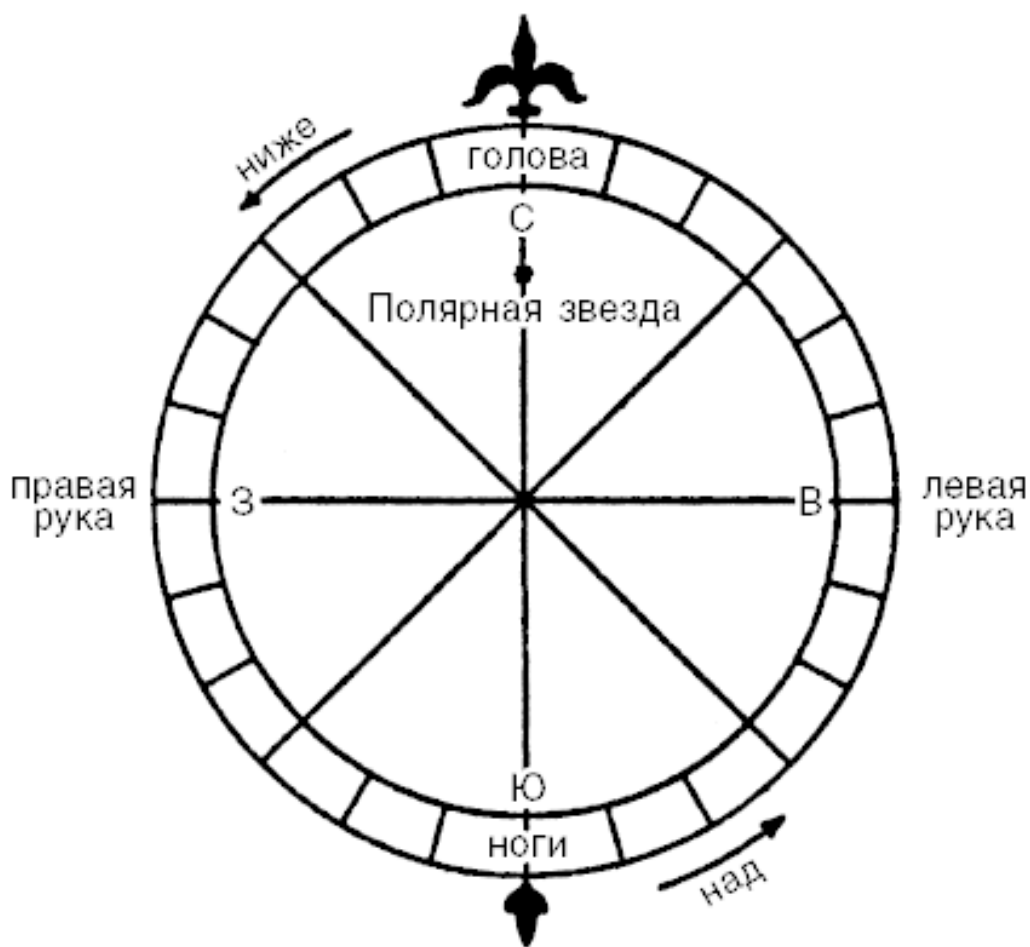


Рис. 1. Указатель моряка для определения направления по светилам Когда Стражи указывают на «десять часов», моряк XV века говорил, что они показывают «два часа ниже головы», на «пять часов» – «один час над ногами». Моряк XVII века говорил «норд-вест-тень-норд» и «зюйд-тень-ост»

Не мог он полагаться и на лот, линь и портолан, как моряки Северной Европы, где мелко-водя на континентальном шельфе делали навигацию по глубине под килем и характеру океанского дна вполне надежной. Он оказался на глубоководье и без лоции. Для плавания в Атлантике нужны были методы астрономической навигации. А он знал только Северную звезду и связанное с ней созвездие Малой Медведицы; их он использовал для определения времени ночью, а это был сложный метод, основанный на запоминании положения Стражей в разное время года⁹.

Толчок к применению астрономических знаний для совершенствования навигационных методов, равно как и импульс начать исследования Атлантики, дал португальский принц Генрих Мореплавателю. Он лично участвовал только в одной экспедиции, да и то в ранней юности – через Гибралтарский пролив для помощи во взятии Сеуты в 1415 году. Но вплоть до своей смерти в 1460 году он был главным европейским сторонником исследования Атлантики

⁹ С т р а ж и – это две звезды, которые находятся не на линии, заканчивающейся Полярной звездой. Моряк запоминал их относительное положение в каждый час для каждого времени года. На примитивизм его астрономических знаний указывает то, что ему приходилось воображать человеческую фигуру, голова которой – север, ноги – юг, а руки указывают на восток и запад. Эти четыре основных положения далее подразделялись, как показано на рис. 1.

и использования астрономических методов в навигации. Для этой цели он создал исследовательский центр в Сагрише – на юго-западе Португалии. И хотя центр прекратил свою деятельность после смерти Генриха, тенденция к совершенствованию навигационных методов, так же как и к масштабным исследованиям, сохранилась. Португалия приобрела такую широкую известность своими навигационными идеями, что в конце XV века такие иностранцы, как Абрахам Закуто из Саламанки и Мартин Бехайм из Нюрнберга, сочли Лиссабон самым перспективным центром для астрономов-практиков.

Чтобы научить моряка XV века плавать в незнакомых морях, необходимо было решить две задачи. Во-первых, изобрести упрощенные методы, с помощью которых он мог определять свое местонахождение на глобусе. На практике это означало методы определения широты по высоте солнца или звезды. Во-вторых, придумать инструменты, которые могли бы надежно работать на неустойчивой палубе маленького подвижного судна, находясь в руках необученных моряков. Существующие приборы астронома были не так уж хорошо приспособлены для использования на море, как и методы астронома-наблюдателя для моряка. Излюбленным инструментом астронома в течение длительного времени была астролябия – сложный прибор, созданный для получения полезной астрологической информации о движении и положении солнца и звезд. Он снабжался угломером (алидадой) для измерения углового расстояния между двумя объектами. Упрощенная форма – морская астролябия (по сути – тяжелое кольцо со шкалой и алидада как подвижный указатель) – появилась только в следующем веке. Вторым распространенным инструментом был квадрант. Он содержал большое количество информации, имел два смотровых отверстия и отвес. Но в нем не было подвижных частей (как в астролябии), и его можно было упростить, заменив астрономические таблицы, нанесенные с обратной стороны, навигационными таблицами. Именно в такой форме этот инструмент широко распространился в XV веке. Был еще cross-staff, названный по аналогии с арбалетом (crossbow), который он напоминал. Это было нечто вроде длинной тонкой деревяшки, снабженной короткой подвижной поперечиной. Чтобы ее использовать, следовало поднести конец палки к глазу и передвигать поперечину взад-вперед, пока ее концы не закроют оба предмета, угловое расстояние между которыми измеряется. Палку можно градуировать по-разному, чтобы получить нужную информацию.

Широта точки на земной поверхности может быть определена измерением высоты солнца над горизонтом и прибавлением (или вычитанием) угла склонения солнца для конкретного дня. Этот метод нечасто использовался в XV веке, потому что было проще определить высоту Полярной звезды и сравнить ее с высотой в некоей известной точке. Однако на практике ни астроном, ни моряк не говорили о широте – это понятие было известно только ученому, занимающемуся научной космографией. Вместо этого моряка учили измерять *угол возвышения* светила с помощью квадранта и сравнивать с данными для его родного порта с помощью простого правила, разработанного астрономами. Португальский исследователь, отплывший в 1462 году в Гвинею, писал: «У меня был квадрант, когда я отправился в те места, и я отметил в таблице квадранта высоту арктического полюса»¹⁰. На основании такой информации, медленно накапливаемой в течение столетия, астрономы составили таблицы углов возвышения светил, ставшие важнейшей частью правил для моряков, которые были разработаны в конце XV века. Моряку предлагали наблюдать за Полярной звездой и корректировать свои наблюдения в соответствии с положением Стражей. Те же самые Стражи раньше помогали ему определять время ночью. В дополнение к этому моряк следовал правилам, в соответствии с которыми решал, как плыть с помощью ветра и компаса в разных направлениях так, чтобы прийти к углу возвышения светила в порту назначения. Он мог плыть на восток или на запад, пока не доберется до места, если не вмешаются неизвестные течения. В XVI веке это называлось «плаванием по

¹⁰ Taylor E.G.R. The Haven-Finding Art. New York, 1957. P. 159.

широте». Руководство пыталось научить моряка вычислять широту, определяя высоту солнца, но это было сложным делом, с использованием множества таблиц и расчетов.

Португальцы в те времена намного опережали других и в астрономической навигации, и в географических открытиях; их ближайшими соперниками были испанцы. Но даже португальские астрономы не могли помочь морякам в определении широты: единственный известный метод содержал сравнение времени, в которое происходили некоторые небесные явления – затмения или парад планет, – и времени, когда оно было предсказано в известном европейском городе. Метод был неудовлетворительный и ненадежный, зависящий от крайне редких событий, которые трудно наблюдать, и содержал неизбежные погрешности. Поэтому неудивительно, что моряки не спешили им пользоваться, и определяли широту по счислению или на глаз. Моряку было достаточно знания ветров, течений, скоростей и расстояний. Знаменитые мореплаватели, такие как Колумб (в поздних путешествиях), ими активно пользовались и прибывали в пункт назначения с необычайной точностью.

Астроном XV века имел все основания гордиться своими достижениями в решении проблем судоходства: он создал методики плавания по звездам, не известные в древности и в Средние века, и упростил их до такой степени, что ими могли свободно пользоваться моряки. У него было и много новых идей относительно других, более прогрессивных методов. Но оснований радоваться своим успехам в области астрономической теории не было. Он, конечно, обладал космологической системой, которая просуществовала уже тринадцать веков, но отлично понимал присущие ей недостатки, угрожавшие ее существованию. Поэтому в научной среде воцарилось ощущение тревоги, ожидался очередной кризис, которым периодически подвержена теоретическая надстройка науки – так было, есть и будет.

Традиционная космология всегда включала в себя удобную, аккуратную Вселенную. Ее поддерживала философия Аристотеля, научную эффективность ей придавал математический синтез Птолемея, а ученые XIII века ее христианизировали. Воображение изобрело упорядоченный ряд сфер, расположенных одна в другой идвигающихся согласно божественным законам. То здесь, то там они украшены сияющими небесными телами. В центре находится Земля, расположенная низко, но все же являющаяся центром всего и местом, где живут люди. Она твердо и неподвижно зафиксирована на месте, и на нее влияют окружающие ее расширяющиеся сферы. В земном регионе, под луной, расположены сферы четырех элементов – земли, воды, воздуха и огня. Это регион образования, разрушения и перемен. В небесном регионе, вечном и неизменном небе, находятся кристаллические сферы Луны, Меркурия, Венеры, Солнца, Марса, Юпитера и Сатурна. Полые сферы вставлены одна в другую так, что, хотя их радиусы велики, внешняя поверхность одной касается внутренней поверхности той, что больше. За пределами планетарных сфер находится сфера фиксированных звезд. Есть еще девятая сфера главной движущей силы. Размеры этих сфер находятся в гармоничной пропорциональности. Считалось, что, вращаясь, они создают небесную гармонию, в которой участвуют все звезды.

Пока все было благополучно, и люди считали, что находятся в центре четкого и ясного космоса, созданного и упорядоченного для блага человека. Но с точки зрения астрономии во Вселенной было порядка меньше. Математические инструменты греческой астрономии были необходимы, чтобы дать тщательное изображение точных передвижений планет, и это были обобщения совершенно другого порядка, отличного от твердых реальностей кристаллических сфер. Однако на протяжении многих веков астрономы и дилетанты тем не менее сходились во мнении, считая руководство чувствами вполне надежным ориентиром, даже в таких вещах, как небесные сферы; и руководство чувствами подтверждало математическое и философское умозаключение, что всякое небесное движение происходит по кругу. Достаточно понаблюдать за восходом и заходом солнца или за движением по ночному небу луны, чтобы убедиться: движение по кругу характерно для небес. Поэтому эпицикл математиков и эксцентрические

круги (рис. 2) должны считаться только математической фикцией. Реальность, как считал даже Птолемей, знает только твердые материальные кристаллические сферы космологии Аристотеля. Астрономы XV века согласились: им все больше и больше нужна была реальность в том смысле, что они хотели сделать астрономию наукой образной, а не теоретической, чтобы она имела дело с реальными физическими телами, а не с математическими величинами.

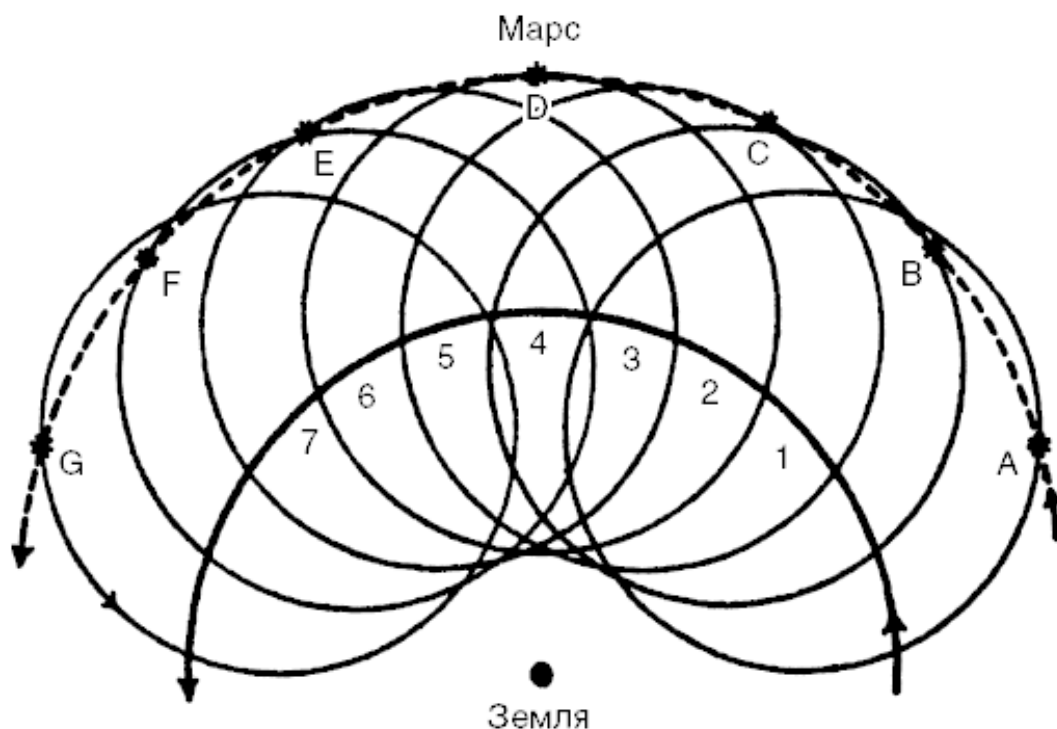


Рис. 2. Движение Марса по Птолемею 1–7 – последовательные положения центра эпицикла (тонкая линия) с интервалом в один месяц. Деферент – толстая линия. А – G – соответствующие положения планеты на эпицикле в процессе его вращения. Пунктирная линия – видимый путь планеты

Даже с точки зрения математики традиционная астрономия находилась в неудовлетворительном состоянии. Почти пятнадцать столетий наблюдений выявили много несоответствий, реальных и воображаемых, между теорией и наблюдениями. С некоторыми из несоответствий (как, например, воображаемой дрожью, якобы открытой Фабитом Ибн Курра в IX веке, «дрожью сфер») можно справиться, добавив еще сфер или еще математических методов. Несоответствия между предсказанным положением планет и их фактическим положением оказывались значительными. Например, календарь нуждался в реформировании; эта проблема была религиозной, поскольку по нему определялась дата Пасхи, но могла быть решена только с помощью астрономии. Латеранский собор 1512 года был вынужден отложить рассмотрение возможной корректировки календаря по той причине, что «длины годов и месяцев и движения солнца и луны не считались установленными с должной точностью, о чем Коперник не преминул напомнить папе Павлу III¹¹. Еще более серьезным был тот факт, что существующие таблицы положений планет, составленные по приказу португальца Альфонсо Мудрого в конце XIII века, отличались неточностью. По этим и ряду других причин астрономы пребывали в беспокойстве. Справедливости ради можно сказать, что революция Коперника предсказана за сто лет до того, как он опубликовал свою знаменитую работу. Даже дилетанты знали, что аст-

¹¹ De Revolutionibus. Предисловие.

рономии нужны реформы. Так, гуманист Пико делла Мирандола (1463–1494), оспаривая астрологию с религиозной, философской и научной точек зрения (она отрицала всемогущество Бога, свободную волю человека и была потрясающе неточна), подчеркивал, что ее астрономический базис был бы расшатан, если бы астрономы кардинально изменили систему своих подходов, что, как он считает, рано или поздно они должны были сделать.

Астрономы XV века, вдохновленные идеями гуманистов, естественно, обратились к древним, надеясь, что их труды подскажут им выход из астрономического лабиринта, в котором они оказались, – в точности как Коперник в следующем веке. Это было разумно, потому что одним из главных источников тревоги для них была астрономическая картина, больше не соответствовавшая критериям, установленным Платоном и продолженным длинной чередой греческих астрономов. Платон, впервые предложивший поиск математического аппарата, который переведет видимые движения планет на строгий язык математики, также считал, что математический закон, когда будет обнаружен, должен выражать эти движения как неизменное круговое перемещение вокруг одного центра. Открыто выступая против деспотического влияния прошлого (в лице Аристотеля), гуманисты обратились к платонизму и неоплатонизму, подчеркивая важность порядка, гармонии и постоянства кругового движения во всей астрономической Вселенной. Никто не мог утверждать, что астрономия Птолемея соответствовала этой философии платонизма.

Эксцентрики, первоначально придуманные для объяснения разной яркости планет (правильно объясненной разным расстоянием от Земли), вначале считались кругами, центры которых не вполне совпадали с Землей, вокруг которой вращалась планета. В XV веке эксцентрики стали внутренней или внешней поверхностью кристаллической сферы, оболочка которой была, таким образом, разной толщины. (Поскольку небесные сферы были вставлены одна в другую, чтобы не было пустого места, соответствующая поверхность следующей сферы была также эксцентрична к ее центру.) Эксцентричная сфера была в то же время скомпонована так, что для греческой астрономии было чисто геометрическим аппаратом, а именно эпициклом и деферентом. Эпицикл – маленький круг, «несущий» планету, сам движется по большому кругу – деференту, так что планета принимала участие в обоих движениях. (Эпицикл объяснял «обратное» движение планеты, когда в результате совместного движения Земли и планеты вокруг Солнца планета вроде бы перемещается назад в большой петле.) Деферент мог быть концентрическим или эксцентрическим по отношению к Земле, скорость – постоянной по отношению к ее центру или экванту. (Эквант объяснял тот факт, что скорость планеты не является на самом деле неизменной; она больше, когда планета подходит близко к Солнцу, что следует из второго закона Кеплера.) Эквант сохранял постоянство движения, вводя чисто математический аспект в физическую систему. Как эпицикл, деферент и эквант могли соединиться в систему планетарных сфер, показано на рис. 3, взятого из «Новой теории планет» Пурбаха (*Peurbach. New Theory of the Planets*). Комплексная система кристаллических сфер была далека от математической системы, предложенной Платоном, но она имела преимущество – давала своего рода физическую реальность и определенно объясняла, почему планеты остаются на своих местах в небе, совершая сложное движение. Бог создал сферы на заре времен и определил, что они будут двигаться именно так – что они и делают с тех пор и поныне.

постоянным, все относительно. Центр есть везде и нигде, поскольку в бесконечно большом круге окружность совпадает с касательной, а в бесконечно малом круге окружность совпадает с диаметром. Все пребывает в движении, даже центр Вселенной, который также является окружностью, поскольку находится в Боге, который является одновременно и центром, и окружностью. Значит, Земля на самом деле не в центре. Ни одно небесное тело никогда не находилось в строго определенной точке, поскольку нет постоянных сфер. Нет и постоянного абсолютного движения, хотя есть относительное движение всегда и везде, в Земле и в остальной Вселенной. В то же время для чисто астрономических целей можно считать, что Земля располагается более или менее в центре. И в астрономической заметке, написанной на форзаце книги, датированной 1444 годом, Кузанский объяснил, что движение Земли безразлично для всей системы. Движение Земли – вращение вокруг полюсов мира каждые 24 часа с востока на запад. Тем временем сфера фиксированных звезд вращается с востока на запад за двенадцать часов. Таким образом, получается тот же эффект, как если бы Земля стояла на месте, а фиксированные звезды оборачивались каждые двадцать четыре часа. Хотя Кузанский, разрабатывая свою систему, уделил некоторое внимание деталям, он намеревался только показать философскую необходимость отхода от концепции упорядоченной Вселенной, что было полезнее и понятнее философам, чем астрономам.

Для астрономов XV века самым очевидным шагом был возврат к первоисточнику текущей космологической системы. Следовало удостовериться, не являются ли возникшие в астрономии трудности результатом накопления ошибок на протяжении веков. Представлялось разумным предположение, что система Птолемея, вероятно, была точнее, чем мусульман и средневековых астрономов. Вполне вероятно, ошибки были вызваны неправильным переписыванием и неточным переводом. Такая постановка вопроса была совершенно естественной в век гуманизма, открывший многие чистые, неискаженные первоисточники. Этому мнения придерживался и Джордж Пурбах (1423–1469), гуманист и астроном, читавший в Вене лекции по астрономии и латинской литературе. Пурбах начал с тщательного изучения арабских комментариев к трудам Птолемея и расширил работу в область сферической тригонометрии. Вероятно, после написания учебника «Новые теории планет» (*Theoricae Novae Planetarum*) он ощутил необходимость в точном переводе «Альмагеста» Птолемея. В это время в университетах использовался написанный в XIII веке трактат Сакробоско «О сфере» (*On the Sphere*). Сакробоско описал структуру небес, но едва упомянул методику эпицикла и эксцентрика и вообще не отметил их использование или движение планет. Пурбах дал тщательное детальное описание соединяющихся сфер каждой планеты, но он знал, что система вовсе не так хороша, как хотелось бы. Он был одержим убеждением, что единственный способ усовершенствовать астрономию – это изучить точный греческий текст «Альмагеста» вместо латинского перевода, сделанного с арабского языка, – именно с таким текстом ему приходилось работать. Пурбах учился в Италии и знал, как много там можно найти неизученных манускриптов. Поэтому он стал готовиться к путешествию, намереваясь взять с собой ученика Иоганна Мюллера из Кенигсберга, известного под именем Региомонтан. Пурбах умер раньше, чем путешествие было завершено, и его место занял ученик.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.