



GALILEO
GALILEI

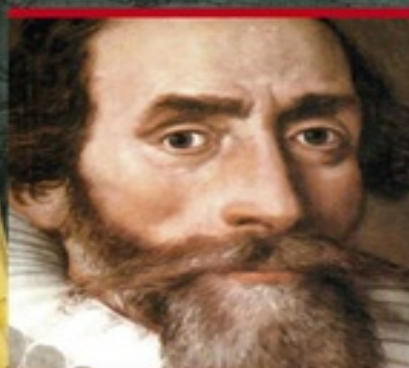
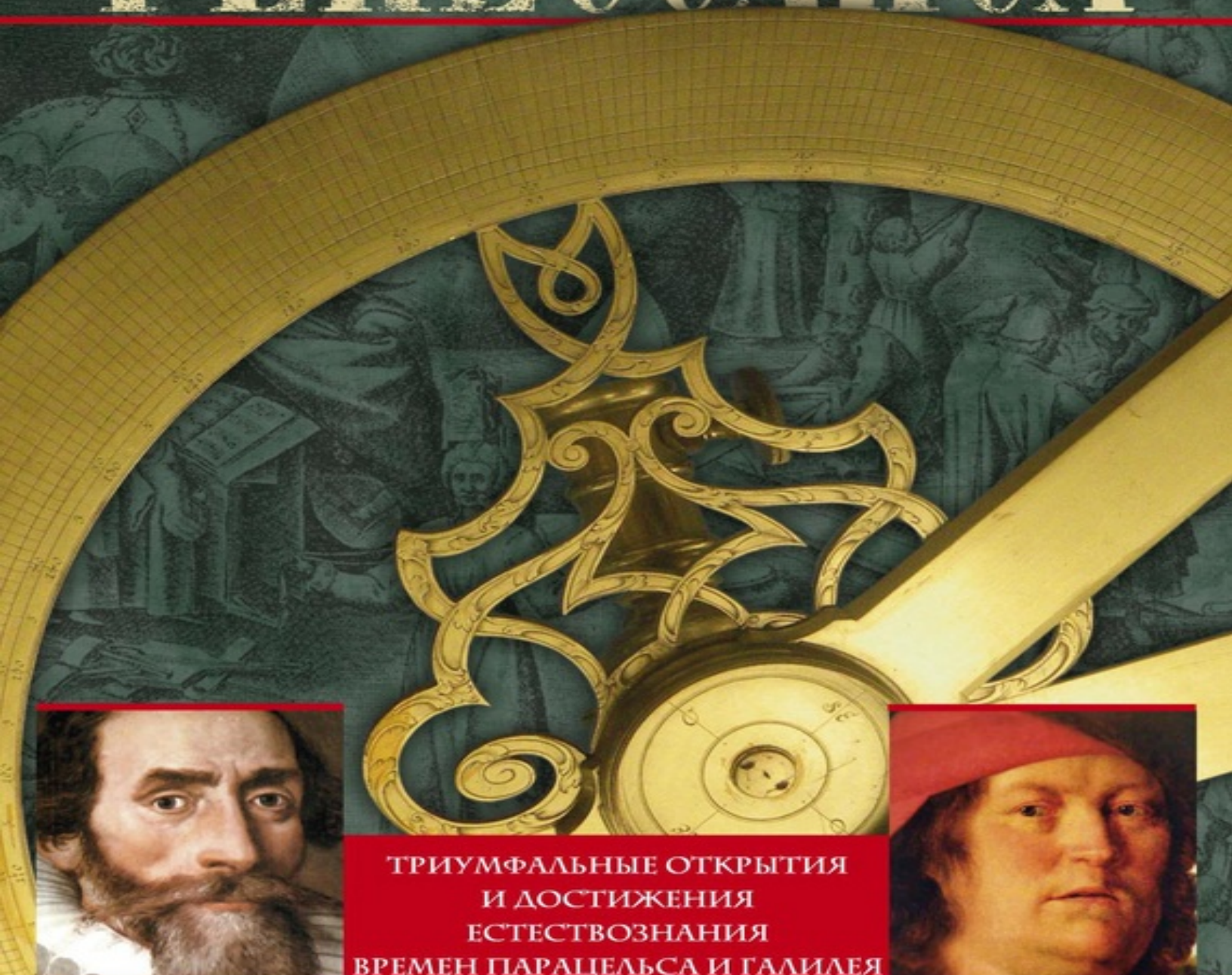
МАРИ БОАС ХОМ

НАУКА



FRANCIS
BACON

РЕНЕССАНСА



JOHANNES
KEPLER

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



PARACELSUS

Annotation

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.

- [Холл Мари Боас](#)
 -
 - [Введение](#)
 - [Предисловие](#)
 - [Глава 1](#)
 - [Глава 2](#)
 - [Глава 3](#)
 - [Глава 4](#)
 - [Глава 5](#)
 - [Глава 6](#)
 - [Глава 7](#)
 - [Глава 8](#)
 - [Глава 9](#)
 - [Глава 10](#)
 - [Глава 11](#)
 - [Эпилог](#)
 - [Библиография](#)
 -
 - [Глава 1](#)
 - [Глава 2](#)
 - [Глава 3](#)

- [Глава 4](#)
- [Глава 5](#)
- [Глава 6](#)
- [Глава 7](#)
- [Глава 8](#)
- [Глава 9](#)
- [Глава 10](#)
- [Глава 11](#)

- [notes](#)

- [1](#)
- [2](#)
- [3](#)
- [4](#)
- [5](#)
- [6](#)
- [7](#)
- [8](#)
- [9](#)
- [10](#)
- [11](#)
- [12](#)
- [13](#)
- [14](#)
- [15](#)
- [16](#)
- [17](#)
- [18](#)
- [19](#)
- [20](#)
- [21](#)
- [22](#)
- [23](#)
- [24](#)
- [25](#)
- [26](#)
- [27](#)
- [28](#)
- [29](#)
- [30](#)

- [31](#)
- [32](#)
- [33](#)
- [34](#)
- [35](#)
- [36](#)
- [37](#)
- [38](#)
- [39](#)
- [40](#)
- [41](#)
- [42](#)
- [43](#)
- [44](#)
- [45](#)
- [46](#)
- [47](#)
- [48](#)
- [49](#)
- [50](#)
- [51](#)
- [52](#)
- [53](#)
- [54](#)
- [55](#)
- [56](#)
- [57](#)
- [58](#)
- [59](#)
- [60](#)
- [61](#)
- [62](#)
- [63](#)
- [64](#)
- [65](#)
- [66](#)
- [67](#)
- [68](#)
- [69](#)

- [70](#)
- [71](#)
- [72](#)
- [73](#)
- [74](#)
- [75](#)
- [76](#)
- [77](#)
- [78](#)
- [79](#)
- [80](#)
- [81](#)
- [82](#)
- [83](#)
- [84](#)
- [85](#)
- [86](#)
- [87](#)
- [88](#)
- [89](#)
- [90](#)
- [91](#)
- [92](#)
- [93](#)
- [94](#)
- [95](#)
- [96](#)
- [97](#)
- [98](#)
- [99](#)
- [100](#)
- [101](#)
- [102](#)
- [103](#)
- [104](#)
- [105](#)
- [106](#)
- [107](#)
- [108](#)

- [109](#)
- [110](#)
- [111](#)
- [112](#)
- [113](#)
- [114](#)
- [115](#)
- [116](#)
- [117](#)
- [118](#)
- [119](#)
- [120](#)
- [121](#)
- [122](#)
- [123](#)
- [124](#)
- [125](#)
- [126](#)
- [127](#)
- [128](#)
- [129](#)
- [130](#)
- [131](#)
- [132](#)
- [133](#)
- [134](#)
- [135](#)
- [136](#)
- [137](#)
- [138](#)
- [139](#)
- [140](#)
- [141](#)
- [142](#)
- [143](#)
- [144](#)
- [145](#)
- [146](#)
- [147](#)

- [148](#)
- [149](#)
- [150](#)
- [151](#)
- [152](#)
- [153](#)
- [154](#)
- [155](#)
- [156](#)
- [157](#)
- [158](#)
- [159](#)
- [160](#)
- [161](#)
- [162](#)
- [163](#)
- [164](#)
- [165](#)
- [166](#)
- [167](#)
- [168](#)
- [169](#)
- [170](#)
- [171](#)
- [172](#)
- [173](#)
- [174](#)
- [175](#)
- [176](#)
- [177](#)
- [178](#)
- [179](#)
- [180](#)
- [181](#)
- [182](#)
- [183](#)
- [184](#)
- [185](#)
- [186](#)

- [187](#)
 - [188](#)
 - [189](#)
 - [190](#)
 - [191](#)
 - [192](#)
 - [193](#)
 - [194](#)
 - [195](#)
 - [196](#)
 - [197](#)
 - [198](#)
 - [199](#)
 - [200](#)
 - [201](#)
 - [202](#)
 - [203](#)
 - [204](#)
 - [205](#)
 - [206](#)
 - [207](#)
 - [208](#)
 - [209](#)
 - [210](#)
 - [211](#)
 - [212](#)
 - [213](#)
 - [214](#)
 - [215](#)
 - [216](#)
-

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 видаться 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 перемены 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 века^[1].

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 переводы, 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 изучать 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 предержащих, 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 популяризовались 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 Анджелио 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. Анджелио 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 энциклопедическую работу «О вещах, к которым надо стремиться и которых следует избегать» (*De Expetendis et Fugiendis 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 XVI^[3]. Современные историки, восхищающиеся гениальностью математиков и физиков XIV 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 знаний^[5]. 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.

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 судоходства. 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 портоланы^[6], 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 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 – полушарий^[7]. 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 плоскости^[8]. 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 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.

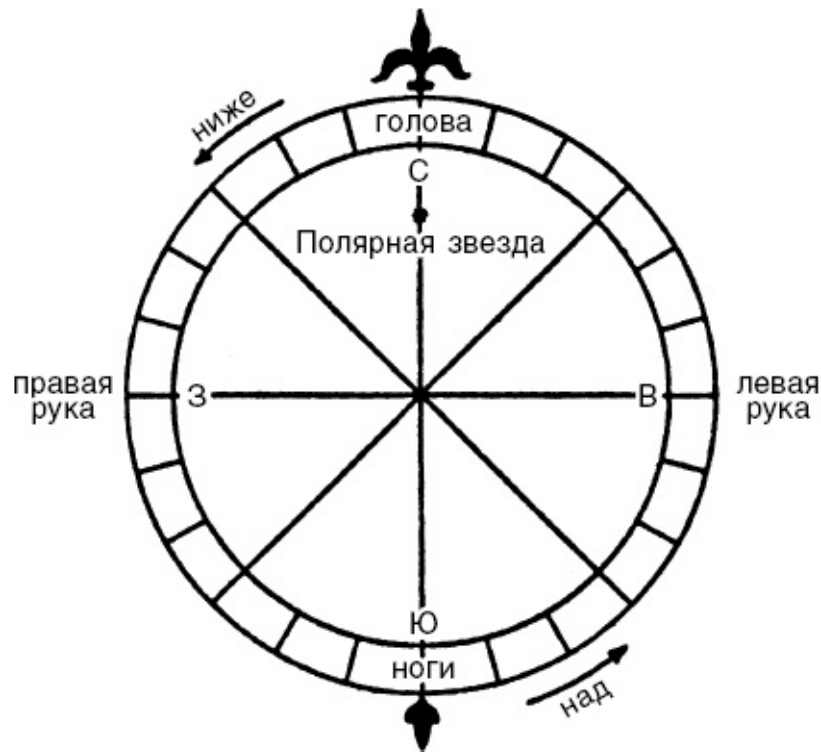


Рис. 1. Указатель моряка для определения направления по светилам. Когда Стражи указывают на «десять часов», моряк XV века говорил, что они показывают «два часа ниже головы», на «пять часов» – «один час над ногами». Моряк XVII века говорил «норд-вест-тень-норд» и «зюйд-тень-ост»

Не мог он полагаться и на лот, линь и портолан, как моряки Северной Европы, где мелководья 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 года^[9].

Толчок к применению астрономических знаний для совершенствования навигационных методов, равно как и импульс начать исследования Атлантики, дал португальский принц Генрих Мореплаватель. 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 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 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 умозаключения, 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.

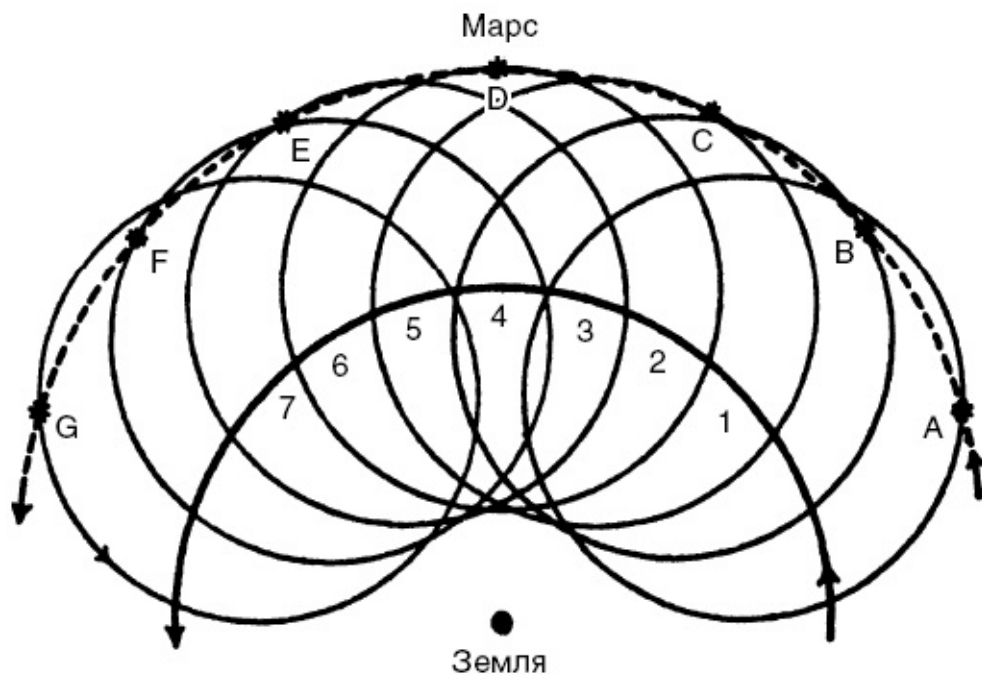


Рис. 2. Движение Марса по Птолемею 1–7 – последовательные положения центра эпицикла (тонкая линия) с интервалом в один месяц. Деферент – толстая линия. А – G – соответствующие положения планеты на эпицикле в процессе его вращения. Пунктирная линия – видимый путь планеты

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. Несогласия 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 III^[11]. 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 астрономии 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, введя 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.

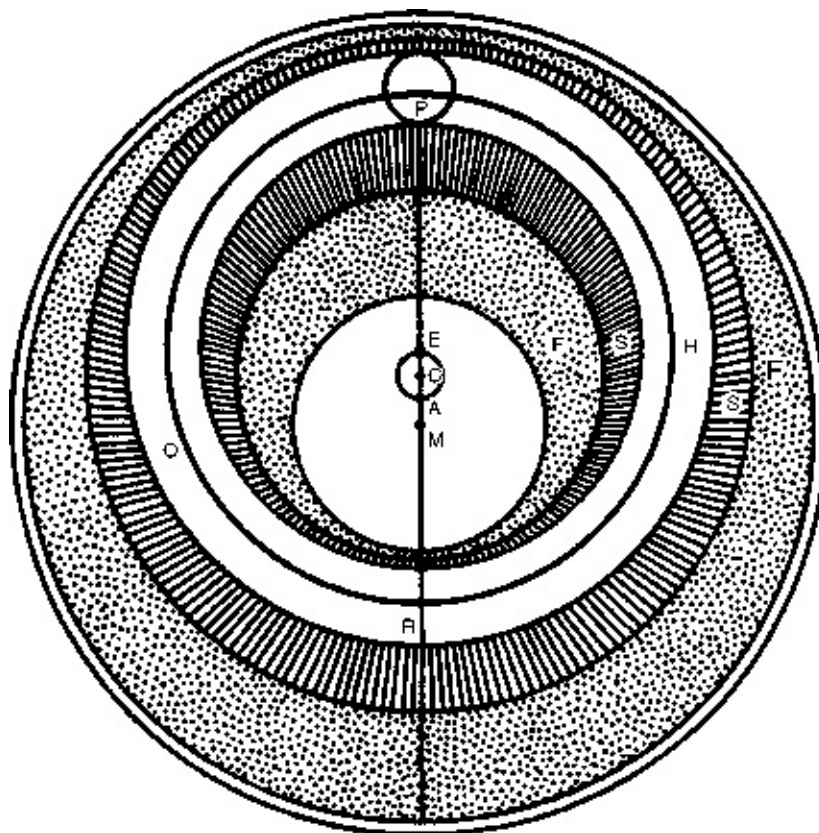


Рис. 3. Математическая система мира по Пурбаху M – центр мира; A – эквант; C – малого круга; E – эксцентрика, который подвижен и описывает P , эпицикл. Две заштрихованные сферы F содержат апогей экванта, две сферы S – апогей эксцентрика. Деферент – незаштрихованная сфера между S и S , его эксцентрический круг – $OPHR$

Тем не менее отклонение от идеальной округлости и единообразия тревожило астрономов XV века, так же как расхождение между теорией и наблюдениями. Нужны были решительные действия. Однако немногие зашли так далеко, как Николай Кузанский (1401–1464), который отверг традиционные идеи вообще. Кузанский был выдающимся деятелем церкви, со временем стал кардиналом, хотя и был яростным сторонником реформ во всех областях жизни и мышления, от реформы церковного управления до реформы календаря и философии. Его главный философский труд – «Об ученом невежестве» (On Learned Ignorance, 1440). Ученое невежество – это признание неспособности человеческого разума постичь абсолют и бесконечность. Его астрономическое значение заключается в том факте, что человеческий ум, строго говоря, не способен вообразить упорядоченную космологию. По мнению Кузанского, за очевидной беспорядочностью небес не кроется никакой по-настоящему стройной

гармонии, только запутанность, порядок которой мы не можем постичь. Вселенная не имеет границ. Но она не бесконечна, ибо тогда она сосуществовала бы наравне с Богом, но в ее общем многообразном единстве есть некое неопределенное, частичное присутствие Бога. Ничто не является 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. Этого 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.

Региомонтан был, как и его учитель, астрономом и гуманистом. Он уже читал лекции о Цицероне. Приехав в Италию, он переписал трагедии Сенеки – так он изучал греческий язык, чтобы перевести «Альмагест», а позднее – «Конические сечения» (*Conic Sections*) Аполлония. Впоследствии он осел в Нюрнберге, установил печатный станок и начал издавать книги. Одной из первых стала астрономическая поэма Манилия (I в. н. э.). Региомонтан имел далекоидущие планы, включающие издание большинства трактатов великого века греческой науки, которые он так и не осуществил. Сохранился только список его предложений^[12]. Он подготовил астрологический альманах, «Эфемериды» (*Ephemerides*), который широко использовался в конце века. Региомонтан продолжил работу Пурбаха в двух направлениях: в области тригонометрии, написав трактат «О треугольниках» (систематическое изложение принципов), и в области птолемеевой астрономии, написав «Эпитому Альмагеста Птолемея», включающую как математическую, так и описательную часть. Региомонтан стал архиепископом Ратисбоны. Но не высокий пост в церковной иерархии, а глубокие астрономические знания в 1476 году привели его в Рим, где обсуждалась реформа календаря. Там он и умер.

Пурбах и Региомонтан усовершенствовали учение элементарной астрономии, значительно продвинув сферическую тригонометрию, и представили подробный перевод «Альмагеста». Благодаря им вспыхнул новый интерес к науке: на протяжении всего XVI века их учебники неоднократно печатались и стали образцами для других книг. Первое

опубликованное издание «Альмагеста» (1515) было средневековой латинской версией, которую Пурбах и Региомонтан нашли совершенно неудовлетворительной. Новая латинская версия появилась в 1528 году, а десятью годами позже – греческий текст. Ирония судьбы: астрономы только теперь поняли, что дело, которое так стремились сделать Пурбах и Региомонтан, оказалось никому не нужным. У Птолемея не было ничего для реформаторов. Когда астрономы XVI века, вдохновленные примером Пурбаха, обратились к древним авторам за помощью, они искали ее в трудах предшественников Птолемея, сохранив только математическую изощренность птолемеевой астрономии. Таким был метод Коперника. Так что в конечном счете труд Пурбаха все же имел ценность. Его величайший вклад в науку заключается в том, что он поднял стандарты понимания астрономии, сделав птолемееву астрономию доступнее. Следовало достичь глубочайшего понимания существующей системы, прежде чем продвигаться вперед. Необходимо отдать должное астрономам XV века: они видели, что в астрономии грядут перемены, хотя и не могли сказать, в каком направлении.

Астрономия XV века признавала на вид противоречивые истоки, восходя одновременно к гуманистическому учению и практическим требованиям. То же самое парадоксальное смешение было свойственно всей науке эпохи Возрождения. Стремясь овладеть греческими текстами и в то же время будучи в курсе последних достижений технического прогресса, математики, ботаники и врачи, так же как астрономы, причудливо совмещали уважение к трудам ученых далекого прошлого и стремление к новшествам. Стараясь найти в природе то, что, по утверждению греческих авторов, там было, европейские ученые медленно приходили к пониманию того, что там есть в действительности.

Глава 2

Милость и очарование природы

Биология как наука – изобретение XII века. Предшествующие века знали только естественную историю, которая удовлетворяла присущее человеку любопытство к окружающей его живой природе, и медицину, в XV и XVI веках постигшую физическую природу человека и активно занимавшуюся поисками натуральных лекарств от якобы неизбежных болезней. Естественная история в XV веке все еще учитывала ту же любовь к чудесам, которая пронизывала средневековые бестиарии, следуя традиции, пришедшей от «Естественной истории» Плиния через христианские нравоучительные сказки. Теперь появилось новое течение, вскормленное, с одной стороны, возобновившимся интересом к биологическим трудам Аристотеля, а с другой – новым миром природы, открытым на Американском континенте. Одновременно естественная история продолжала оставаться вспомогательной ветвью медицины в производстве травяных сборов – так в позднем Средневековье называли описательные труды о травах и прочих растениях, полезных в медицине. А они, в свою очередь, произошли от трудов о *materia medica*, написанных греческими врачами. Самый известный соответствующий греческий труд – сборник Диоскорида (I в. н. э.), который неоднократно переписывался и был издан в 1478 году с иллюстрациями, бывшими частью первой книги Диоскорида.

Интерес к естественной истории был народным. Он проявлялся в пышных садах и личных зверинцах богатых людей и книжках с картинками, часто написанных на просторечном языке, издаваемых для бедных. Один из самых заметных аспектов естественной истории XV и XVI веков, относящийся к народному интересу, – это притягательность природы для художников, все чаще избиравших своими моделями растения и животных. Художники изучали их самым тщательным образом и старались изобразить как можно точнее. Помимо этого, гуманизм создал стимул для роста уже существующего интереса, обеспечив новые лучшие издания и переводы трудов древних авторов – Аристотеля и Плиния – о животных, Теофраста и Диоскорида – о растениях. Гуманисты воспитывали восхищение природой, утверждали, что ее следует понимать и ею восхищаться. И вовсе не потому, что, как утверждал святой Августин,

она имеет большое значение при трактовке Библии или как аллегорическое представление чудес Бога и истинности религии. Пример такой любви к природе – швейцарец Конрад Геснер (1516–1565), воспевший горы и альпинизм. Другой пример – германский ботаник Леонарт Фукс (1501–1565), который в предисловии к своей «Истории растений» (*De Historia Stirpium*, 1542) написал: «У меня нет причин распространяться об удовольствии и восторге, связанном с приобретением знаний о природе, поскольку нет человека, не знающего, что не существует ничего приятнее, чем бродить по лесам, горам и долинам, украшенным маленькими цветами и самыми разнообразными растениями. Но удовольствие стократ возрастает, если добавляется знакомство с достоинствами и силой этих растений»^[13].

Очарование природы, красота цветов и деревьев – все это сыграло свою роль, так же как и радость познания. Одна из первейших задач естественного историка – идентифицировать в природе животных и растения, описанные Аристотелем или Теофрастом, Плинием или Диоскоридом.

Как это часто бывало, гуманисты создали парадоксальную ситуацию: их акцент на труды древних авторов одновременно ускорил и задержал развитие ботанических и зоологических знаний. Это особенно очевидно в ботанике. С одной стороны, гуманисты доказали, что некоторые труды были ошибочно приписаны Аристотелю и не заслуживают почтения, с которым к ним относились. Вместо них стали использовать блестящую «Историю растений» Теофраста. Труд был переведен и напечатан на латыни в 1483 году и на греческом языке в 1497 году. С другой стороны, Диоскорида тоже часто издавали на латыни, а также немецком, итальянском, испанском, французском и греческом языках. Само по себе это не было шагом назад – таким образом подчеркивался медицинский аспект ботаники в ущерб более широким интересам. Только эти издания были иллюстрированы традиционными рисунками – отвратительными копиями некогда прекрасных оригиналов. О качестве оригинальных рисунков говорит то, что в копии, сделанной в 1512 году, иллюстрации сохранили свежесть и живость. Историки часто оказываются в тупике, глядя на шокирующую разницу между грубыми и в высшей степени условными гравюрами по дереву, иллюстрирующими травники XV века, и точностью и художественными достоинствами работ художников и миниатюристов того же времени. Было бы разумно предположить, что в XV веке конфликта не было: гравюры по дереву были скопированы с иллюстраций манускрипта, текст которого тоже копировался.

Иллюстрации изображали текст, а не природу. Это взгляд, безусловно, своеобразный, но в то время еще не было независимой ботаники (и зоологии).

Лишь в следующем, XVI веке ботаники перестали зависеть только от Диоскорида и Теофраста, а зоологи – от Аристотеля и Плиния. Естественные историки начали верить, что могут работать самостоятельно (ситуация повторится в изучении анатомии человека). Сначала было некритическое принятие новых или, по крайней мере, оригинальных текстов; затем критическая оценка и, наконец, свобода и оригинальность. Для хорошо известных текстов процесс шел ускоренно. Так, Эрмолао Барбаро (1453–1493), знаменитый гуманист, редактировавший Диоскорида и Плиния, утверждал, что нашел не меньше пяти тысяч ошибок в стандартном латинском тексте, ошибок фактических и сделанных при копировании. Он опубликовал результаты своего труда в книге под заглавием «Исправления Плиния» (1492–1493). За ней последовали другие. И хотя у Плиния нашлось немало защитников, все же его репутация достоверного источника информации изрядно пострадала. То же самое могло случиться с Аристотелем и даже Теофрастом, но наконец пришло понимание того, что греческие ученые описывали средиземноморскую флору и фауну, которая их окружала, поэтому вряд ли следует ожидать, что их описания будут в точности соответствовать видам из Северной Европы. Поэтому консервативные элементы оставили попытки смотреть на все глазами Аристотеля, от чего только выиграли. Также было высказано предположение – изучать многообразную флору и фауну в разных частях света.

Один из самых интересных аспектов книг по ботанике и зоологии эпохи Ренессанса – необычайное богатство иллюстраций, которое привлекало к ним всеобщее внимание и тогда, и в наши дни. Историки XV века видели в богато иллюстрированных книгах способ заинтересовать неграмотную или полуграмотную аудиторию. В XVI веке была усовершенствована техника, позволявшая выпускать красивые тома, иллюстрированные замечательными художниками. Ботаника, зоология, анатомия, прикладные науки, открытия – все это идеально подходило для отражения в таких книгах. Иллюстрации радовали глаз и дополняли текст; но в ботанике и анатомии их роль была большей. Они могли передать то, что было не под силу словам, пока не приспособленным к техническим нуждам. Еще не существовало технического языка, точного в выражениях и известного всем, пригодного для подробного описания тех или иных форм. Ботаника, например, стала обходиться без иллюстраций, когда в XVIII веке

появился такой язык. Ведь не секрет, что иллюстрации были единственным способом идентифицировать растение, неправильно или неточно описанное. Вот и авторы, понимая неполноценность чисто словесного описания, прибегли к помощи чертежников и художников, умеющих наблюдать и подмечать детали.

Какая заслуга принадлежит в таких случаях автору текста, а какая – художнику, сказать трудно. Когда книгу, в которой описаны растения, хвалят, чаще все же судят по иллюстрациям. Мы не знаем, насколько тесно авторы текста и художники работали вместе. Немногие авторы были так же дотошны, как Фукс, который требовал, чтобы художники, рисовавшие растения с натуры, переносили свои рисунки на дерево. Только он упомянул их в предисловии и поместил их портреты в конце книги. Но даже Фукс не обозначил, в какой степени он направлял художника и делал ли это вообще. Не сделал этого и его предшественник Брунфельс (1488–1534), хотя его эпохальный труд назывался «Живые портреты растений» (*Herbarum Vivae Eicones*, 1530), и иллюстрации Ганса Вайдица были намного лучше текста. В одном отношении использование настоящих профессиональных художников являлось недостатком: хотя художник рисовал с натуры и умел наблюдать, он имел обыкновение рисовать в точности то, что видел, со всеми изъянами и недостатками. Вот и Вайдиц рисовал растение, находящееся перед ним, таким, как его видел, во всех деталях – сломанные ветки, увядшие цветы, насекомых-вредителей. Далеко не сразу ботаники поняли необходимость руководства художниками и стали привлекать к работе иллюстраторов, а не независимых художников. Но после этого в книгах начали появляться изображения типов, а не конкретных растений. Таких проблем не было в зоологии: изображения распространенных животных были правдоподобны, а что касается экзотических созданий, которые, как утверждали авторы, жили в тропиках или в арктических районах, никто не мог сказать, похожи изображения на оригиналы или нет. В любом случае абсолютно точное изображение было менее важным, а словесное описание – проще для растений. Поэтому художественный уровень большинства зоологических иллюстраций довольно низок, и в XVI веке внимание читателя привлекал в основном текст.

В ботанике существование травников наглядно демонстрировало господство Диоскорида, которое только постепенно ослабело, когда натуралисты научились добавлять свои собственные наблюдения. Вскоре после первого печатного издания Диоскорида (1483) появились самые первые из серии вариации, вероятно основанные на версии Диоскорида VI

или VII века. Эти труды на латыни и разных местных языках назывались или «Травниками», или «Садами здоровья» (Ortus или Hortus Sanitatis) и пользовались огромной популярностью. Их польза была очевидна для сбора соответствующих составляющих для травяных лекарственных сборов, так что, вероятнее всего, эти труды использовали и сборщики. Травники XVI века были однотипными, и их было немало в разных странах. Среди самых известных можно назвать работы Фукса, Валерия Кордуса (1511–1544) и Камерариуса (1534–1598) в Германии, Плантена (1514–1588), Додозна (1517–1585), Клузиуса (1526–1609) и Лобедиуса (Лобеля) (1538–1616) в странах Бенилюкса, Маттиоли (1507–1577) и Альпини (1553–1617) в Италии, двух Баугинов (1541–1612, 1560–1624) в Швейцарии, Рюэля (1474–1537) во Франции, Тернера (ок. 1510–1568) и Джерарда (1545–1607) в Англии. Этот далеко не полный список показывает, каким разнообразным устойчивым оказался такой тип подачи материала. Интерес ботаника был описательным и утилитарным; по сути, травник – это справочник ботанического сада, которому вскоре предстояло стать обязательной составляющей каждой хорошей медицинской школы. Хотя многое копировалось из одной книги в другую, травники имели свою особенность при описании новых растений и совершенствовании описаний известных видов. Примечательной является работа Фукса. В его «Истории растений» (1542) виден интерес, выходящий за рамки чисто медицинского; автор старался дать по возможности самое всестороннее описание. Фукс перечислял растения в алфавитном порядке (для удобства нахождения описания), но он стремился назвать и сравнить части растений с максимальной ясностью и ввести такие понятия, как характер произрастания, форма корня, цвет и форма цветка, ареал. На самом деле энциклопедический подход был целью всех ботаников, правда, не все так преуспели, как Фукс.

Основные успехи ботаники были представлены в книгах, но появились и некоторые новые разработки, которым впоследствии будут иметь большое значение. Первый – это гербарий (*hortus siccus*) – коллекция сухих растений, сохраненных благодаря высушиванию между листами бумаги. Сухие цветы были известны и раньше (обычно их использовали в домашнем хозяйстве), однако первый официальный гербарий, содержащий около 300 образцов, был создан итальянским ботаником Лукой Гини (ум. в 1556 г.), профессором университета Болоньи, который славился медицинскими исследованиями. Его ученики последовали примеру учителя, и один из них создал гербарий, сохранившийся до наших дней. Это самый старый из известных в настоящее время гербариев. Ко

времени смерти Гини гербарии уже стали широко известными в Англии и на континенте. Дальнейшие события оказали влияние на медицину потрясающим ростом «ботанической активности». Медицинские школы (начиная с Падуи в 1533 г.) вводили должности ботаников, которых читали лекции о медицинских свойствах растений. Вскоре медицинские школы начали создавать собственные ботанические сады, за которыми следили профессора ботаники. Сад в Падуе был заложен в 1542 году и существует до сих пор.

Возможно, из-за лучшего знания животного мира и того факта, что животные не столь полезны, как растения, существует намного меньше энциклопедических трудов (в сравнении с «Травниками») и больше работ, касающихся мелких групп животных – рыб, птиц и т. д. В XVI и XVII веках зоология в целом была не так популярна, как ботаника, и лишь немногие авторы писали такие обширные обзоры, как ботаники. Самое полное краткое описание животного мира – это великий труд Конрада Геснера «История животных» (1551–1558), превосходная энциклопедия, призванная заменить работу Аристотеля, имеющую то же название. Геснер обладал универсальными знаниями. Гуманист, энциклопедист, филолог, библиограф, зоолог, ботаник, скалолаз, лингвист и доктор медицины. Неудивительно, что его впоследствии называли «монстром эрудиции». Его «История животных» сравнима с «Историей растений» Фукса, но является еще более энциклопедичной по характеру, поскольку изначально была задумана как справочник и включала описания, составленные другими авторами, которым Геснер, автор и редактор, вполне доверял. Он перечислил животных в алфавитном порядке, хотя использовал деление на птиц, рыб, насекомых и т. д. То же самое деление использовал Аристотель. Под каждым названием приведена разнообразная информация на всех известных Геснеру языках: регион обитания, описание, физиология, болезни, повадки, полезность, питание, особенности – все это со ссылкой на авторитетные источники, древние и современные. Геснер использовал самые лучшие зоологические описания, которые только мог достать, а если таковых не находилось, он убеждал таких ученых, как Уильям Тернер и Томас Пенни, написать их для него. Также Геснер включил в свой труд описания некоторых неясных созданий. В первую очередь это касается морских животных, хотя он указал разницу между рыбами и речными и морскими животными. Так, в томе IV «О природе рыб и морских животных» есть хорошее описание морского конька с соответствующими иллюстрациями («История животных» обильно снабжена иллюстративным и текстовым материалом). Далее идет

гиппопотам, затем рыба-моряк и рыба-епископ (морской епископ) из «Морских рыб» Ронделе (издание 1554 г.). О них Геснер писал: «Здесь я показываю изображения некоторых монстров: существуют они на самом деле или нет, я не знаю – не отрицаю, но и не утверждаю»^[14]. Тем не менее он был склонен подвергать сомнению капризы природы, которые некоторые люди считали чудом. Он отверг тритонов и сирен как выдумку древних, но включил их только потому, что их изображения превосходны. Кстати, энциклопедист должен использовать всю имеющуюся информацию, утверждал он, независимо от того, приемлет он ее или нет.

Те же энциклопедические традиции, которые подтолкнули Геснера к созданию «Истории животных», продолжались на протяжении всего века. Известный пример – работа Улисса Альдрованди (1522–1605), доктора медицины, профессора фармакологии в Болонье, первого директора музея естественной истории, а затем – ботанического сада, основанного в 1567 году. Он был неутомимым тружеником, утверждал, что исследовал самостоятельно предметы, изложенные в четырнадцати опубликованных томах. Даже сравнительно долгая жизнь не позволила ему завершить работу – опубликованы только тома о птицах и насекомых. Остальное – работа его учеников, основанная на объемном рукописном материале, оставшемся после его смерти. (Рукописей было так много, что все они так никогда и не были отредактированы.) Хотя классификация у Альдрованди более совершенна, чем у Геснера, а книги лучше напечатаны, он был не так разборчив и требователен, как Геснер.

Самые интересные работы XVI века в описательной зоологии принадлежат людям, которые довольствовались исследованием небольших групп животных. Это позволяло им делать более глубокие и оригинальные обзоры и, как правило, давало возможность описывать и внешний вид, и анатомию животных. В XVI веке это стало новшеством. Рыбы и птицы были чрезвычайно популярны, возможно, потому, что описание жизни моря, сделанное Аристотелем, было очень полным и всеобъемлющим, а также загадочным (он часто писал о видах, которые существуют только в пределах Средиземноморья). Но существовала и «народная» составляющая интереса к птицам и рыбам – человек предпочитает знать то, что ловит. «Рыболов» (Compleat Angler, 1655) Уолтона – основной преемник ученых трактатов XVI века Гийома Ронделе (1507–1566) и Пьера Белона (1517–1564). Ронделе, как и многие натуралисты того времени, был медиком и профессором в Монпелье, медицинская школа которого успешно конкурировала с парижской. Его труд, ставший результатом, во-первых, частых путешествий в Италию, а во-вторых, желания доказать и еще раз

подтвердить описания Аристотеля «О морских рыбах» (*De Piscibus Marinis*, 1554), снабжен многочисленными и точными иллюстрациями. Ронделе сумел обнаружить определенные характерные особенности жизни моря, описанные Аристотелем, но считал их неправдоподобными. К примеру, он проиллюстрировал рассказ Аристотеля о морской собаке картинкой, изображающей мальков сразу после рождения. Он также «анатомировал» морского ежа, и эта иллюстрация является первым известным изображением беспозвоночных в разрезе. (На самом деле беспозвоночные долгое время игнорировались.) Его стандарты, безусловно, были высоки и достоверны. И в книге также приводится изображение рыбы-епископа из труда Геснера.

Его молодой современник Белон, также медик по образованию, сумел стать натуралистом, заручившись богатыми покровителями. Сначала это был кардинал Турнон, потом король Франции. Король Франциск отправлял на Ближний Восток и экспедиции, и дипломатические миссии. Ему привозили всевозможные диковины для дворцов, животных для зверинцев, книги для библиотек, растения для садов и картографическую информацию для торгового флота. Белон участвовал в одной из экспедиций и сделал всестороннее описание побережья Леванта. Он без устали делал заметки и по возвращении имел достаточно информации для *L'Histoire Naturelle des Etranges Poissons Marins* (1551), *La Nature et Diversites des Poissons* (1555), *L'Histoire Naturelle des Oyseaux* (1558). Кроме того, он написал монографию о хвойных деревьях и подробный рассказ о своем путешествии. (Он бы написал больше, но был убит однажды ночью в Булонском лесу по пути из Парижа в королевский дворец.) Хотя Белон не приводит изображений рыб и животных в разрезе, его описания внешнего вида превосходны. Он также сделал много собственных иллюстраций, которые, как правило, точнее, чем у Ронделе. Как и Ронделе, он подтвердил многие аристотелевские описания морских животных, таких как живородящие акулы, и оказался достаточно проницательным, чтобы понять: Аристотель описывал «морское население» Восточного Средиземноморья, существенно отличающееся от североевропейского. Работа Белона о птицах примечательна изображениями скелетных структур и содержит известную дискуссию о гомологии между скелетами человека и птицы.

Среди других специализированных трудов XVI века можно назвать книгу о собаках английского медика-гуманиста Джона Каюса, написанную для Геснера, но впервые напечатанную в Англии в 1570 году, и «Театр насекомых» – произведение, составленное и иллюстрированное Томасом

Маффетом по работам Эдварда Уоттона (1492–1555). Достойны упоминания также дневники ботаника Томаса Пенни (1530–1588) – компиляция чужих трудов и его собственные наблюдения: после долгих злоключений книга все-таки была напечатана (посмертно) в 1634 году, незадолго до того, как появление микроскопа в корне изменило энтомологию. Все это – труды по естественной истории. На ступень выше можно поставить монографию о лошади Карло Руини. «Об анатомии и болезнях лошади» (1598) – отлично иллюстрированный, удивительно точный и полный труд, автор которого сумел избежать обычной для XVI века практики отношения к анатомии животного как отрасли человеческой анатомии. (На самом деле, хотя в анатомической литературе есть несколько явных сравнений, очень часто тот факт, что не человеческий, а животный материал был использован при анатомировании, даже не упоминался, поскольку разница еще не была до конца понята.) Труд Руини не превзойден на протяжении нескольких поколений: это один из первых примеров того, что может быть сделано, если животных изучать ради них самих, а не для удовлетворения любопытства или ради возможного использования.

Другая ветвь зоологии – эмбриология. Ею в XVI веке занимались довольно широко, хотя и без существенного прогресса. Трудности действительно были большими, правда, эмбриологи того времени не могли знать, что обречены на застой. Их подталкивало к изучению эмбриологии (как показывают обсуждения репродукции Ронделе и Белоном) желание подражать Аристотелю. Они были очень близки к успеху, доказывая обоснованность крайней гуманистической позиции, заключающейся в том, что современный человек не может надеяться сделать больше, чем узнать столько, сколько знали древние. При отсутствии микроскопа ученые XVI века видели не намного больше, чем Аристотель. Они, как и он, только вскрывали яйцо день за днем и наблюдали стадии развития зародыша невооруженным взглядом. Некоторые из них – Альдрованди, его ученик Волхер Койтер (1543–1576) и Фабриций из Аквапенденте (1537–1619) – занимались этим с большим рвением и радовались, отмечая ошибки Галена, хотя в основном подтверждая наблюдения Аристотеля. Самый глубокий и всесторонний эмбриологический трактат «О формировании яйца и цыпленка» (*On the Formation of the Egg and Chick*, 1612) был написан Фабрицием из Аквапенденте. Это объемный и щедро иллюстрированный труд, настолько аристотелевский, что повествование придерживается текста Аристотеля пункт за пунктом, конкретизируя, обсуждая и иногда опровергая. Фабриций всесторонне и исчерпывающе рассматривал яйцо и

курицы, и насекомого. Он особенно тщательно и подробно старался объяснить каждое из четырех начал Аристотеля, уделив особое внимание заключительному началу, цели, для которой существует каждая часть яйца. Возможно, самый большой эмбриологический вклад Фабриция, как и его предшественников, заключается в том, что знания, оставленные Аристотелем, были подробно обсуждены и все противоречия, так же как и немногочисленные ошибки, учтены. Во всяком случае, был открыт путь для дальнейшего прогресса в производстве потомства животных, хотя должно было пройти еще полвека, прежде чем появление микроскопа сделало возможным настоящий прогресс.

Зоология и ботаника встречались на описательном уровне в многочисленных рассказах о флоре и фауне Америк. Главным образом это были книги о путешествиях, и они открыли целый мир новых животных и растений, подстегнув любопытство и существенно расширив список трав в стандартной фармакопее. Самые ранние примеры книг этого жанра – испанские рассказы о Южной Америке, в первую очередь о Перу, часто носившие пропагандистский характер. Поэтому они не слишком надежны, но содержат первые описания таких растений, как табак, маис, картофель, ананас и т. д., которые очень быстро стали важными составными частями европейской фармакологии, а позднее и пищи европейцев. Взять, к примеру, «Историю Индий» (History of Indies) Овьедо-и-Вальдеса (1478–1557), подготовленную после его сорокапятилетнего пребывания там. Это рассказ о новом мире испанских колоний, демонстрирующий наблюдательность, но также и доверчивость автора. В нем описаны каучуковое дерево, перуанский картофель, табак, который уже ввозился в Испанию как лекарство. Первое иллюстрированное и достаточно подробное описание табака можно найти в труде Николаса Монарда (1493–1588). Впервые это произведение было опубликовано в 1569 году, но лучше всего оно известно в английском переводе 1577 года под замечательным названием «Радостные новости из недавно найденного мира» (Joyfull Newes out of the Newefound World). Там больше естественной истории, чем в других рассказах, а также описано много полезных медицинских растений, травы, кора, а также экзотических животных, таких как армадилл (броненосец). Монард был скорее натуралистом, чем путешественником.

Более полным, хотя и чисто описательным, является интересный и благожелательный рассказ о Перу и Мексике иезуита Хосе д'Акоста. Его «Естественная и нравственная история Индий» (1590) касалась, как и подразумевает заголовок, страны и ее обитателей: ботанических,

зоологических и человеческих. В книгу вошло большинство экзотических растений и животных региона, включая, к примеру, кошенильных насекомых, паразитирующих на колючей груше, которые впоследствии явились источником красной краски для европейских тканей. Акоста также интересовался особенностями климата, отметив, что в Западном полушарии солнце, судя по всему, не такое жаркое на экваторе, как в Африке, и дал комментарии относительно перемены времен года, обнаруженной ниже экватора. Еще более любопытной проблемой было происхождение американских индейцев, впрочем, как и само существование Нового Света. Акоста взглянул на проблему прямо: то, что свидетельствуют ощущения, отрицают общепринятые авторитетные источники. Многие Отцы Церкви, несомненно, отрицали существование антиподов, и древние (за исключением Платона) не знали о существовании других континентов, кроме Европы, Азии и Африки. Необходимо принять как факт их подверженность ошибкам. Еще хуже обстояли дела с обитателями Нового Света – людьми и животными.

Считать, что индейцы были предшественниками Адама, значит, попирает авторитет Библии – такого Акоста не мог себе позволить. Кроме того, Всемирный потоп, несомненно, затронул всю поверхность земли и должен был погубить обитателей Америк, как и население всех остальных частей света. Некоторые предполагали, что индейцы – это десять потерянных колен Израилевых. Данную гипотезу Акоста отвергал, основываясь на их культурных традициях. Он отметил, что они не умеют писать, как древние евреи, не совершают обрезания и (для него это был решающий аргумент) не проявляют любви к серебру. Даже за тысячу лет, считал он, невозможно утратить столь характерные укоренившиеся обычаи. Поэтому он сделал вполне обоснованный вывод, что индейцы когда-то пришли из Азии по сухопутному мосту, который, должно быть, находился севернее или южнее исследованных прибрежных регионов.

Северная Америка нигде не представлена так живо и подробно, как в испанских книгах того периода. Можно упомянуть разве что рассказ о Вирджинии, написанный математиком Томасом Гариотом для Уолтера Рэли, опубликованный в 1588 году «Краткий и правдивый отчет о найденной земле Вирджинии» (*A Briefe and True Report of the New Found Land of Virginia*). В нем есть некоторые сведения о флоре и фауне, но в целом рассказ очень короткий. Одним из первых колонистов Вирджинии был Джон Уайт, собравший великолепно исполненные и точные акварели туземцев, растений, рыб, птиц, насекомых и рептилий. Гравюры с этих рисунков использовались для иллюстрации второго издания книги Гариота

в 1590 году.

Ясно, что в XVI веке ботаника и зоология оставались в основном описательными науками. Некоторые зоологи уже приступили к изучению анатомии и существенно продвинулись в этом направлении, но лишь для того, чтобы разъяснить человеческую анатомию – так же как физиология животных пока еще являлась вспомогательной для физиологии человека, и разница между ними не учитывалась. В ботанике даже таксономия не распространилась широко: ученые или перечисляли растения в алфавитном порядке (на латыни или местных языках), или делили их на несколько крупных групп. Это объяснялось главным образом тем, что ботаники в первую очередь стремились идентифицировать растение, а также описать его возможное применение, что поможет другим сделать то же самое. Строго утилитарный подход не оставлял места для чистой науки. Об альтернативном подходе никто не думал. И лишь немногие ученые понимали роль чистой науки. Ботаник из Богемии Адам Залужански в 1592 году писал: «Вошло в привычку связывать медицину и ботанику, однако научный подход требует, чтобы в каждом искусстве теория была отделена от практики: с ними следует разобраться по отдельности, прежде чем объединять. Поэтому чтобы ботаника, которая является отдельной ветвью натурфилософии, стала самостоятельной наукой, ее необходимо отделить и освободить от гнета медицины»^[15].

Залужански следовал собственным рекомендациям. Он анализировал растения, разделяя их на низшие и высшие формы (менее и более упорядоченные), и попытался категоризировать степень упорядоченности, исходя из сложности листа, но большого успеха не добился.

Группа гуманистов-реакционеров также считала, что ботаника не должна быть чисто описательной наукой. Они больше хотели спасти ботанику от представлений Диоскорида, чтобы восстановить ее (якобы) аристотелевскую чистоту, чем рассматривать проблему *de novo*. Некоторые результаты, конечно, были, но очень далекие от традиционной ботаники. Самым заметным представителем этой группы был Андреа Цезальпин (Чезальпино) (1519–1603). Цезальпин получил медицинское образование в Пизе и в 1549 году, став доктором медицины, получил должность профессора фармакологии. Но его труды не были чисто медицинскими. Две его основные книги – «Шестнадцать книг о растениях» (*Sixteen Books on Plants*, 1583) и «Вопросы перипатетики» (*Questiones Peripateticae Libri*, V, 1588) – трактуют ботанику по-аристотелевски. В «Вопросах перипатетики» Цезальпин развил общую теорию природы, основанную на попытке реформировать все отрасли науки, не только биологической,

отвергнув поздние взгляды ради аристотелевских доктрин. Даже Гален и Птолемей оказались недостаточно совершенными. Убежденный, что аристотелевские доктрины формы и материи могут дать всеобъемлющий принцип, необходимый для организации природы, Цезальпин применил эти доктрины к биологии, стремясь прийти к более твердому убеждению, чем Аристотель, об абсолютной непрерывности в природе. Цезальпин утверждал, что, поскольку живая материя (высокоорганизованная или нет) содержит один живой элемент, каждое живое существо должно иметь один неделимый живой элемент, помещенный в некоем определенном месте организма. Понятно, что у высших животных этот элемент находится в сердце, которое является центром. Без сердца животное умирает. Низшие животные и растения, которые живут даже в разделенном состоянии, имеют менее централизованную структуру. Цезальпин решил, руководствуясь несколько иными причинами, что центр растения – так называемый воротник корня, место, в котором соединяются стебель и корень. Но это центр только *in actu*, то есть в любой данный момент. *In potentia* центр может быть где угодно. Ведь можно сделать отросток, из которого вырастает новый индивид, и у него жизненный центр снова будет там, где соединяется корень и стебель. Опять-таки, поскольку есть единый жизненный элемент для животных и растений, вся живая материя должна быть организована по одному основополагающему образцу, так что части растений должны соответствовать органам животных. На основании этого принципа корень растения соответствует пищеварительной системе, мякоть – кишкам, стебель и цветоножка – репродуктивной системе, а плод – эмбриону. (Одновременно Цезальпин отвергал сексуальность растений.) Таким образом, каждый орган имеет свою специфическую функцию и применение. На основании сказанного Цезальпин сделал вывод, что листья существуют, чтобы защищать плод.

Цезальпин явно мог что-то сказать миру. Но так же очевидно, что он мыслил устаревшими категориями. Гуманизм отнюдь не редко приводил к таким перегибам, как в случае с Цезальпином, который так стремился спасти Аристотеля от нападков очернителей, которых в последней трети XVI века стало больше, что сам не сумел создать ничего особенно значимого. Он ничего не дал своим современникам, что они посчитали бы существенным. И возможно, были правы. Цезальпин для своего времени был реакционером, если не ретроградом. Трудно сказать, как можно было использовать его заключения в области ботаники. Он был оригинален и прозорлив, стараясь выявить общий принцип в ботанике и зоологии, создать биологию за двести лет до того, как Тревиран и Ламарк придумали

такое слово. Однако его сравнения в высшей степени наивны, а в то время, вероятно, казались излишне виталистическими и телеологическими, и это в веке, который предпочитал, чтобы витализм был более мистическим или безмолвным. Ботаники имели все возможности создавать новые травники и приступить к поиску успешных методов классификации растений по структуре. Физиология Цезальпина не могла найти поддержку в такой ситуации. Анатомия – животных и растений – была первым и основным фундаментальным требованием для создания научной зоологии и ботаники. Здесь XVII век выиграл меньше от естественных историков, чем от врачей, изучавших человеческую анатомию и использовавших для сравнения анатомию животных. Например, о холоднокровных животных стало больше известно из трудов Гарвея, выполненных в связи с исследованием кровообращения (главным образом проблема человеческой физиологии), чем из описания змей, на протяжении столетий включавшихся в книги по естественной истории. Медицина воздала животным по заслугам за их длительное использование в науке для нужд людей.

Глава 3

Революция Коперника

Прежде всего я хочу, чтобы вы убедились, что человек, работу которого я сейчас рассматриваю, во всех областях знаний и во владении астрономией не ниже Региомонтана. Я бы скорее сравнил его с Птолемеем, не потому, что считаю Региомонтана ниже Птолемея, а потому, что мой учитель разделяет с Птолемеем счастье завершения с Божьей помощью переустройства астрономии, которую тот начал. А Региомонтан – увы, жестокая судьба – покинул этот мир раньше, чем успел возвести свои колонны [\[16\]](#).

Николай Коперник родился в 1473 году, когда «Альмагест» Птолемея еще не был напечатан. В 1496 году Коперник, завершив учебу в университете Кракова, отправился для продолжения образования в Италию. В это время «Альмагест» все еще можно было прочесть в виде манускрипта (большинство манускриптов находилось в Италии), а «Эпитома» Региомонтана как раз печаталась. Коперник родился в мире, где астрономы двигались на ощупь, отыскивая путь к реформам, а получил образование в мире, где к ним был сделан лишь первый шаг, – овладение птолемеевой астрономией. К тому времени, когда Коперник завершил вводную часть обучения в области астрономии, его учителя уже начали признавать: хотя интенсивное изучение «Альмагеста» – предварительный этап, необходимый для продвижения вперед, знать только то, что знал Птолемей, – недостаточно, чтобы вдохнуть новую жизнь в астрономию.

Тем не менее гуманистический принцип, утверждающий, что все знания идут от древних, еще не утратил жизненной силы, поэтому, когда Птолемей не мог оказать нужной помощи, астрономы посчитали разумным сделать следующий шаг – исследовать более раннюю греческую астрономию, которая была забыта с появлением птолемеевой системы. Воспитание и образование Николая Коперника не побуждало его к поиску радикально новых идей. У него были все основания предполагать, что остро необходимые в астрономии реформы можно провести, строго придерживаясь гуманистических принципов. Таково было наследие

Пурбаха. Все это ясно и откровенно заявил Коперник в предисловии к своей знаменитой работе «О вращении небесных сфер» (1543), широко известной под названием *De Revolutionibus*. Он писал: «Я думал о методе определения движения мировых сфер и пришел к выводу, что математики (то есть астрономы) непоследовательны в этих исследованиях...Я долго размышлял о неопределенности математических традиций в установлении движений сфер... Поэтому я принял на себя труд перечитать всех философов, которые только мог достать, чтобы выяснить, высказывал ли когда кто-нибудь мнения, что у мировых сфер существуют движения, отличные от тех, которые предполагают в математических школах»^[17].

Это вовсе не революционный подход. Впрочем, Коперник никогда не собирался совершать революций. Он не был первооткрывателем и не пытался сделать ничего, что до него не пытались сделать другие. Многие астрономы использовали древние идеи, чтобы опровергнуть Птолемея в странном смещении иконоборства и уважения к авторитету, столь характерному для XVI века. Коперник один избрал систему (он считал ее пифагорейской), которая имела глубокие революционные последствия, хотя они стали ясны только следующему поколению. Еще никогда такой консервативный и скромный мыслитель не имел столь сильного будоражающего влияния на сердца и души людей. И крайне редко столь консервативный ученый оказывался, пусть даже непредумышленно, таким отважным, принимая невероятное.

Ничто в образовании Коперника определенно не подготовило его к революционной роли в реформации астрономии, которая, это было очевидно всем, давно назрела. Сын краковского купца, Николай Коперник воспитывался дядей по материнской линии, священнослужителем, впоследствии ставшим епископом. Николай был склонен пойти по стопам дяди и начал подготовку к церковной карьере в университете Кракова. Профессор астрономии опубликовал комментарий к «Новой теории планет» (*New Theory of the Planets*) Пурбаха. Лекции по астрономии предположительно были достаточно современными, чтобы передать проблемы, стоявшие перед астрономами, хотя в них вряд ли содержалось что-то отличное от общепринятого. (В то время или позже Коперник приобрел некоторые знания о теориях Николая Кузанского, но не проявил к ним интереса.) Через пять лет Коперник уехал в Италию, чтобы продолжить учебу в университете Болоньи: греческий язык, медицина, философия и астрономия. Он уже считался неплохим астрономом, и профессор астрономии в университете Болоньи говорил о нем скорее как об ассистенте, чем как об ученике. В 1500 году он отправился в Рим на

астрономическую конференцию, вероятно, чтобы обсудить реформу календаря. Затем его срочно вызвали в Польшу, чтобы назначить каноником собора во Фрауенбурге, но затем позволили вернуться в Италию для изучения канонического права и медицины в Падуе и права – в Ферраре. Завершив его, Коперник вернулся в Польшу и стал секретарем своего дяди и врачом. Так продолжалось до смерти его дяди в 1512 году, после чего Коперник обосновался во Фрауенбурге. Там он вел очень активную жизнь – был администратором, практикующим врачом и автором, писавшим об экономике и астрономии.

История развития системы Коперника неясна. Позднее он заявил, что превзошел даже осторожность Пифагора и его труд находился в состоянии неопределенности и ожидания более тридцати лет. Предположительно он составил по крайней мере планы, прежде чем в 1512 году написал первый очерк *Commentariolus* – «Маленький комментарий». Краткий синопсис некоторое время передавался из рук в руки его товарищами и привлек к себе внимание. В 1533 году о нем узнали в Риме, и следствием стало давление церкви на Коперника. Церковь, думая о реформе календаря, в это время была готова поддержать математическую астрономию. Возможно, ничего так бы и не произошло, и Коперник покинул этот мир, оставив множество ненапечатанных рукописей, если бы молодой профессор из протестантского университета Виттенберга Георг Иоахим Ретик (1514–1576) не вознамерился сыграть для Коперника ту же роль, что впоследствии Галлей сыграл для Ньютона. До Ретика дошли слухи о новых интересных астрономических теориях, и в 1539 году он прибыл к канонику Фрауенбурга для получения астрономических знаний. Коперник, не сомневаясь, предоставил молодому человеку, хотя и протестанту, доступ к своим бумагам, и два месяца спустя он дал разрешение Ретикю на публикацию краткого описания системы *Narratio Prima*, который вышел в 1540 году.

«Первый рассказ» (*First Narration*) (не совсем точное название, поскольку уже существовал «Маленький комментарий») – очень краток, но он достиг более широкой аудитории, чем «Маленький комментарий». За два года было два издания. Ретик не назвал имени Коперника, хотя указал, что работа выполнена во Фрауенбурге, и упоминал только о «моем учителе». Нет сомнений в том, что анонимность была инициативой Коперника. Вполне вероятно, он хотел увидеть, как примет теорию широкая аудитория, прежде чем признаться в авторстве. Ретик настаивал на продолжении публикаций. По его мнению, благоприятный прием, оказанный широкой публикой «Первому рассказу», показал, что настало

подходящее время для публикации. Коперник уступил. И хотя Ретик «дезертировал», передав работу лютеранскому пастору по имени Андреас Осиандер, Коперник не отказался от публикации. Книга увидела свет в 1543 году под названием «Шесть книг о вращении небесных сфер» (De Revolutionibus Orbium Coelestium Libri Sex) с немного странным предисловием. Естественно, Коперник посвятил свой труд папе Павлу III. А протестант Осиандер вставил неподписанное и несанкционированное обращение к читателю, выразив свои, а не Коперниковы взгляды на физическую реальность системы. Таким образом, De Revolutionibus появился в некоем католическо-протестантском обличье^[18]. Утверждают, что Коперник увидел свой великий труд только на смертном одре. Он был тяжело болен в течение нескольких месяцев до публикации и умер вскоре после нее.

Существует много противоречий в вопросе о признанном нежелании Коперника публиковать свои труды в 1512–1530 годах, однако никого не удивляет его готовность поддаться на уговоры Ретика. Зачем так долго противиться, чтобы сдаться в самом конце? Боялся ли Коперник официальной цензуры? Или ревностно оберегал то, что знает только он один? Был ли он по натуре склонен к таинственности? Верил ли он в свою систему искренне? Хотел ли сохранить свои открытия только для себя? Считал ли, что наука предназначена только для избранных?

Внимательное прочтение предисловия с посвящением папе Павлу (вряд ли это знак страха перед официальной цензурой) предполагает, что причины следует искать в том, что он считал пифагорейской доктриной: прогрессивные научные идеи следует обсуждать только среди ученых, потому что неученые их не поймут и исказят. Коперник не думал о широком злоупотреблении научной теорией, что нередко случается в современной науке (хотя именно это и должно было случиться с его теорией, когда ее использовал Бруно для поддержки пантеистической доктрины). Его пугали скептицизм и презрение, с которыми, как он считал, всегда относятся к новым идеям. Он знал, что его теория и нова, и необычна, и он опасался, что ее посчитают еще и абсурдной. Он писал: «Меня пугает мысль о презрении из-за новизны и отличий моей теории. Все это едва не заставило меня отказаться от проекта».

Возможно, опасение насмешек – не слишком благородный мотив для отказа от публикации, но он вполне может быть истинным. Полувеком раньше Галилей чувствовал почти то же самое, и нет никаких оснований не верить Копернику, утверждавшему, что этот страх был в нем очень силен. Следует подумать о том, что тогда, как и сейчас, опубликовать книгу

– значит представить свои идеи на суд широкой общественности. Коперник давно хотел распространить свою теорию в виде манускрипта (посредством «Маленького комментария»). Эта форма эквивалентна современному методу прочтения научного труда перед узкой аудиторией для обсуждения только специалистами – до официальной публикации. Опубликование *De Revolutionibus* открыло систему Коперника – автор знал, что так и случится, – для комментариев и критики всех и каждого – гуманистов, схоластов, астрологов, математиков, сумасшедших, церковников. Ведь любой более или менее образованный человек в XVI веке, когда астрономия была самой изучаемой из естественных наук, считал себя достаточно компетентным, чтобы иметь и выражать свое мнение по астрономическим теориям. А вспомнив презрительный комментарий Лютера о дураке, который хотел перевернуть науку вверх тормашками, можно понять опасения Коперника. Нападки протестантского бунтаря вряд ли могли повлиять на его положение в обществе, но он явно не любил насмешек. Да и являясь значимой публичной фигурой, он был уязвим перед нападками университетских профессоров и деятелей церкви, также считающих себя сведущими в астрономии. Посвящая труд папе, Коперник с обезоруживающей откровенностью писал, что влияние главного католика может сдерживать клеветников. Он хотел справедливого суждения. И хотя сам автор до этого не дожил, его книга была хорошо принята церковью и использована, как он и надеялся, для ускорения реформы календаря. Ирония судьбы: сначала никто не обратил серьезного внимания на сердце книги – новую теорию.

Просматривая *De Revolutionibus*, мы приходим к выводу, что Коперник самым тщательным образом изучил «Альмагест». Дело в том, что *De Revolutionibus* – это, по сути, «Альмагест», переписанный книга за книгой, раздел за разделом так, чтобы включить новую теорию Коперника, а во всем остальном изменен незначительно. Позднее Кеплер заявил, что Коперник толковал Птолемея, а не природу, в этом комментарии есть доля истины. Для Коперника путь к природе был в новом толковании птолемеевой астрономии, неверной в деталях, но правильной в концепции. Было очень важно, если хочешь заменить Птолемея, сделать то же самое, только лучше. Коперник и не думал претендовать на новизну – она его не привлекала. Он утверждал, что лишь возродил пифагорейские доктрины, особенно идеи Филолая (V в. до н. э.), как их описал Плутарх^[19]. Но он точно знал, что до него не существовало астрономической системы, сравнимой с птолемеевой, просто потому, что никто не предложил метода вычислений, который мог бы заменить использованный Птолемеем. Тому,

кто желал превзойти Птолемея (как Коперник), надо было предложить нечто большее, чем качественная космология. Кроме этого, следовало разработать математический аппарат, способный давать результаты по крайней мере не худшие, чем у Птолемея при расчете планетарных таблиц. В этом Коперник добился успеха. Его математическая теория использовалась для расчета таблиц даже астрономами, которые отвергали его космологическую систему.

Проблема видится яснее, если рассмотреть самые интересные и подробные из антиптолемеевых систем, предложенных до Коперника. В 1538 году появилась книга *Homocentrics*, посвященная, как и *De Revolutionibus*, папе Павлу III. Ее автор – Джироламо Фракасторо, итальянский гуманист, поэт, врач и астроном, – профессор логики в Падуе в то время, когда Коперник был там студентом. Фракасторо не утверждал, что определил центральную идею в *Homocentrics*, которая должна заменить эпициклы и эксцентрики Птолемея концентрическими (или гомоцентрическими) сферами, порожденными учеником Платона Евдоксом (работал ок. 370 г. до н. э.) и усовершенствованные Аристотелем. Фракасторо действительно уничтожил эпициклы и эксцентрики, но ценой весьма неправдоподобной системы, удаленной намного дальше от физической реальности, чем птолемеева система, на замену которой она предназначалась. Фракасторо предположил, что любое движение в пространстве можно разложить на три компонента, расположенные под прямыми углами друг к другу. Таким образом, движение планет можно представить в виде движения кристаллических сфер, оси которых расположены под прямыми углами друг к другу – по три на каждое движение. Далее он предположил – совершенно неуместно, – что, если внешние сферы двигают внутренние, движение внутренних сфер не влияет на внешние.

Это позволило ему ликвидировать многие аристотелевские сферы – те, которые служили для противодействия трению, вызванному двумя сферами, разрушающими друг друга. В то же время допускалось суточное вращение *primum mobile* для объяснения восхода и захода планет и фиксированных звезд. Таким образом, Фракасторо потребовалось всего семьдесят семь сфер. Он весьма ловко ликвидировал большой недостаток системы Аристотеля, заключающийся в том, что, если планеты расположены на экваторах сфер концентрически с Землей, не должно быть никаких отличий в их яркости. Он объяснил наблюдаемую разницу в яркости предположением, что сферы (материальные тела) обладают разной прозрачностью из-за разной плотности. Эта система (с которой и

другие ученые тоже экспериментировали) показывает, в какой степени Коперник следовал моде времени, возрождая древние системы, чтобы заменить птолемею. Она также свидетельствует об огромном превосходстве системы Коперника. Ведь, несмотря на подробное описание, Фракасторо не предложил замены вычислительным методам Птолемея. Он, безусловно, знал и понимал «Альмагест», но не обладал ни терпением, ни математическим даром, чтобы переписать его заново. Он удовлетворился объяснением, как избавиться от эпициклов и эксцентриков, не дав себе труда исследовать значимость его предположений относительно математического представления движений с помощью сфер.

Коперник написал *De Revolutionibus* как тщательную параллель «Альмагесту», пересмотрев вычислительные и математические методы для другой концепции планетарных движений. Книга I посвящена, как и книга I у Птолемея, общему описанию Вселенной: сферичности Вселенной и Земли, круговому характеру небесного движения, размеру Вселенной, порядку расположения планет, движению Земли, основным теоремам тригонометрии. Но только Птолемей писал о геоцентрической и геостатичной Вселенной, а Коперник настаивал на том, что Земля и все остальные планеты вращаются вокруг Солнца, отвергая аргументы Птолемея один за другим. Он также сумел добавить кое-что к птолемеевой тригонометрии. Книга II касается сферической тригонометрии, восхода и захода солнца и планет (теперь приписываемых движению Земли). Книга III содержит математическое описание движения Земли, а IV – движения Луны. В книге V описано движение планет по долготе, а в книге VI – по широте, или, как писал сам Коперник: «В первой книге я опишу положения всех сфер вместе с теми движениями Земли, которые я ей приписываю; таким образом, эта книга будет содержать как бы общую систему Вселенной. В прочих книгах движения остальных светил и всех орбит я буду относить к движению Земли, чтобы можно было заключить, каким образом можно сохранить движения и явления остальных светил и сфер, если они связаны с движением Земли»^[20].

Никто не мог бы отвергнуть работу Коперника только потому, что он только в общих чертах описал систему, как другие авторы (и он сам в «Маленьком комментарии») делали раньше. Его труд можно рассматривать на той же основе, что и труд Птолемея. Нет ничего рассмотренного в «Альмагесте», что не было бы упомянуто в *De Revolutionibus*. Вероятно, Коперник хотел, чтобы его считали Птолемеем XVI века; он не мог поставить себе более высокую цель, чем объяснить, руководствуясь

собственными представлениями, вид небес, известный Птолемею. Он верил, что его система заменит птолемею, потому что она проще, гармоничнее, оригинальнее и лучше соответствует лежащей в основе философской базе, в соответствии с которой движения небесных тел были круговыми и представлены математическими кривыми, максимально приближенными к идеальным окружностям. Именно так Коперник хотел, чтобы рассматривали и оценивали его систему.

В сердце системы Коперника лежит мысль, которая требует самых обоснованных доводов: Земля движется. Именно из-за нее Коперник опасался, что астрономы поднимут его на смех и откажутся воспринимать серьезно. Предположить, что Земля движется, в XVI веке значило пойти наперекор всем общепринятым фактам. Идея могла показаться столь же абсурдной, как если сегодня заявить, что Земля стоит на трех китах. В наше время это понять трудно. Мы убеждены, что Земля движется, потому что нам твердили об этом с раннего детства, хотя сравнительно немного людей может представить тому реальные доказательства. В XVI веке по аналогичным причинам все знали, что Земля стоит на месте, и никому не нужны были доказательства того, что и так видно. Конечно, ученые и философы время от времени представляли условные доказательства, почти всегда взятые у Аристотеля и Птолемея. Так, обычно отмечалось, что Земля находится в центре Вселенной, потому что, согласно тенетам аристотелевской физики, это естественное место для тяжелых элементов, из которых главным образом состоит Земля. По сути, невероятно, чтобы такой тяжелый и пассивный объект двигался. Естественное движение земных элементов является прямолинейным, а естественное движение небесных элементов – круговым. Если бы Земля действительно вращалась вокруг своей оси, камень, брошенный с вершины башни, не упал бы на землю у ее подножия и т. д. Все эти и ряд других утверждений следовало опровергнуть.

Коперник сделал это уверенно и точно, где возможно используя аргументы Аристотеля. Например, на утверждение, что Земля не может вращаться, поскольку это противоречит ее природе, Коперник заявлял следующее: намного легче представить, что относительно маленькая Земля движется, чем что вращаются огромные массивные небеса, для чего требуется огромная скорость. (Чтобы назвать Землю маленькой, даже в XVI веке требовалось живое и очень богатое воображение, чем могли похвастаться очень немногие.) Коперник смело утверждал, что видимое движение небес на самом деле есть результат движения Земли, которая поворачивается вокруг своей оси каждые двадцать четыре часа. А опасения

Птолемея, что в этом случае будет отставать атмосфера, необоснованны: атмосфера – часть земного пространства и в качестве таковой будет разделять, как и подвешенные в ней вещи, движение центрального ядра – Земли. Коперник не мог отрицать, что круговое движение естественно для небес, а прямолинейное – для Земли. Поэтому он был вынужден модифицировать строгие различия между небесной и земной физикой, которые так долго являлись главными принципами аристотелевского космоса. Сначала он модифицировал аристотелевскую физику, заявив, что круговое и прямолинейное движения вполне могут сосуществовать в одном теле, так что оно будет вращаться, пока его части движутся по прямой линии. Также он настаивал, что сферическая природа Земли движется по кругу, как и сферическая форма небесных тел.

Практически неосознанно отрицая важнейшую разницу между небесными сферами и Землей, Коперник начал наступление на космический дуализм, что не могло не закончиться фатально. Как только астрономы стали считать небеса и Землю одним целым, возникала необходимость рассматривать и их динамические проблемы совместно. Коперник был первым современным космологом, который приступил к разрушению давно возведенных барьеров между земным и небесным пространством. Они уничтожались один за другим, последовательно и непрерывно до тех пор, пока, наконец, в современной физике ньютоновская Вселенная не позволила вернуться к изначально досократовской концепции единого неизменного космоса. Не то чтобы Коперник к этому пришел. Его методика была чисто аристотелевской по духу, если не по содержанию. Он утверждал: «Мы представляем неподвижность более благородной и божественной, чем чередование и постоянство»^[21]. Поэтому, если небеса благороднее, они должны быть в покое, а более низменная Земля – двигаться. Поскольку существовала возможность того, что небеса покоятся, а Земля находится в движении, Коперник считал вероятным, обоснованным и подобающим, что так оно и было. А от него ждали только возможных доводов.

Перестройка птолемеевой системы для формирования коперниковской требовала большего, чем просто «придание движения» Земле. В кратком содержании, изложенном в «Маленьком комментарии», Коперник перечислил семь допущений (его собственные слова), которые необходимо принять до того, как начнется серьезное рассмотрение системы^[22]. Прежде всего ему пришлось предположить, что нет одного центра движения всех небесных тел. Хотя он постулировал, что все

планеты вращаются вокруг Солнца, а Луна – вокруг Земли. Такая дихотомия в то время считалась недостатком, поскольку одна из привлекательных черт птолемеевой системы заключалась в том, что все небесные тела вращаются вокруг одной точки. Затем Коперник «убрал» Землю из центра Вселенной. Она осталась только центром лунного вращения. Независимо от всего прочего, как невозможно было спорить с фактом, что тяжелые предметы падают на землю, так и представлялось очевидным, что Луна вращается вокруг Земли. Здесь система Коперника снова оказывалась в невыгодном положении, потому что физика и космология больше не поддерживали друг друга. Согласно аристотелевской физике, тяжелые тела падали на Землю, потому что она была центром Вселенной. Когда Коперник опроверг такое объяснение, тяжесть осталась мистической, оккультной силой, которой следовало бы дать новое объяснение. Он смог лишь постулировать, что тяжесть свойственна всем планетам, не конкретизируя далее.

В результате появилась новая проблема, которую предстояло решить будущим космологам.

Третье допущение заключалось в том, что центр движения планетарной системы на самом деле Солнце^[23], которое, таким образом, является истинным центром Вселенной. Коперник заявил, что этот вывод предполагается систематическим ходом событий и гармонией всей Вселенной^[24]. Особое положение Солнца, по мнению Коперника, объясняло многое, что раньше было тайной: всегда считалось странностью, что Солнце, планета, как Венера или Марс, не слишком близкая к Земле, столь отлична от других планет. Только Солнце дает свет и тепло, необходимые для жизни. Очевидно, что его важность намного больше, чем астрологическое влияние планеты, и ему всегда придавалось особое внимание. Теперь, наконец, уникальные свойства Солнца были признаны соответствующими его уникальному положению.

Коперник писал, что в центре всего находится Солнце на троне: «... кто мог бы поместить этот светильник в другом и лучшем месте, как не в том, откуда он может все освещать? Ведь не напрасно его называют светильником мира, умом его, правителем. Именно так Солнце, как бы восседая на царском троне, правит обходящей вокруг него семьей светил»^[25].

Кстати, это объясняло, почему все планетарные движения включают 365-дневный период.

Четвертое допущение касалось размера Вселенной; она должна быть,

как утверждал Коперник, очень велика, настолько велика, что расстояние от Земли до Солнца ничтожно мало по сравнению с расстоянием от Солнца до сферы неподвижных звезд. Это очень важный постулат, поскольку он один мог объяснить тот факт, что движение Земли не отражено в видимом движении фиксированных звезд. Фиксированные звезды в системе Коперника должны показывать явление параллакса. Иными словами, любая звезда должна казаться движущейся туда-обратно относительно заднего плана в течение года, когда Земля движется с одной стороны своего годового пути к другой. Точно так же фотограф видит группу людей перед ним по-разному, если он будет перемещаться в разные стороны перед ней. Но фиксированные звезды не демонстрировали никакого параллакса. Этот факт вряд ли можно считать удивительным, поскольку он не улавливался даже телескопами до 1838–1839 годов. Это было слабое место системы Коперника. Он мог лишь настаивать на том, что параллакс существует, но слишком мал (из-за огромных расстояний), чтобы его можно было заметить.

Три последних допущения касались движения Земли. Коперник предполагал, что суточное вращение Земли порождает восход и заход Солнца, планет и неподвижных звезд, а годовое обращение Земли вокруг Солнца вызывает видимое годовое движение Солнца и видимую ретроградацию определенных планет^[26]. Получившаяся система – знакомая картина коперниковской Вселенной: в центре – Солнце, затем сферы Меркурия, Венеры и Земли с Луной, Марса, Юпитера и Сатурна со сферой неподвижных звезд, образующей границу Вселенной.

Так, проявив большой талант, Коперник улучшил порядок и гармонию расположения планет. Движения Земли, утверждал он, объясняют многое, что до этого вызывало беспокойство астрономов, ведь отсутствие гармонии не может не тревожить. Одно только суточное движение Земли объясняло восход и заход звезд, планет и Солнца, которые сами теперь не демонстрировали суточного движения. Не менее важно: годовое обращение Земли вокруг Солнца не просто заменило годовое движение Солнца. Оно также послужило для упорядочения движения планет. В системе Коперника ретроградные движения планет считались только *видимыми*.

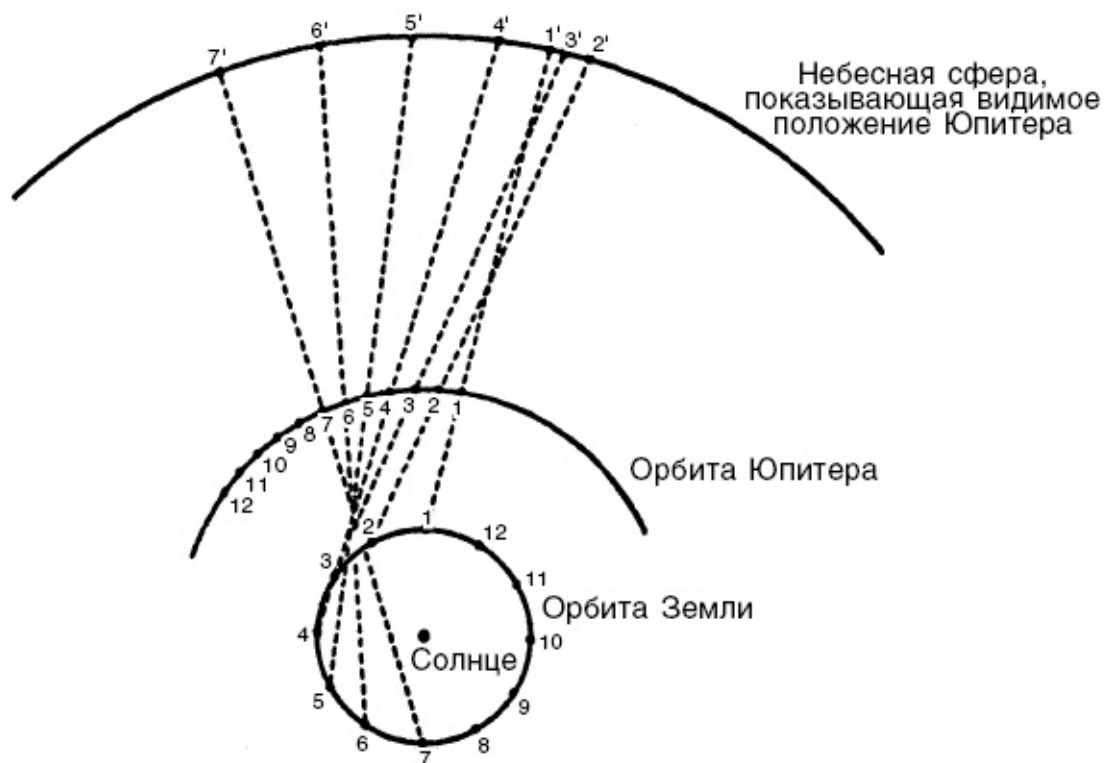


Рис. 4. Видимое движение Юпитера в связи с его истинным движением. Размер орбит не в масштабе

Истинное движение каждой планеты шло только в одном направлении – вокруг Солнца, хотя из-за движения Земли так не казалось. Движение Земли (наше собственное) заставляет нас видеть планеты на фоне неподвижных звезд под разными углами зрения, пока Земля (и мы) движется по орбите вокруг Солнца в том же направлении, но с другой скоростью.

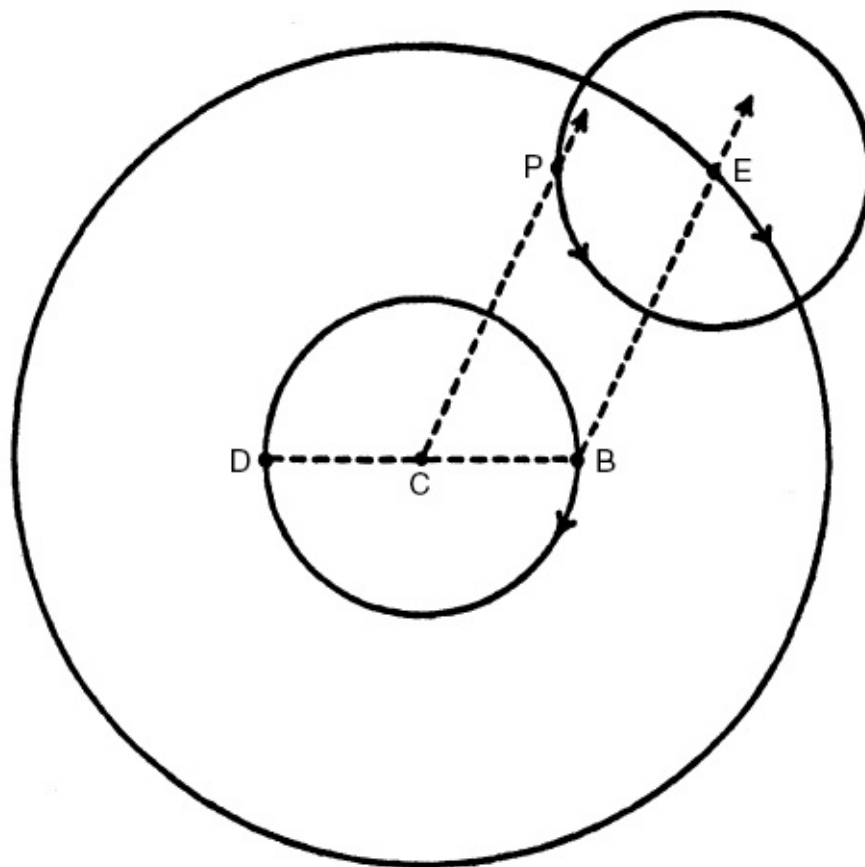


Рис. 5. Сравнение систем Коперника и Птолемея В системе Коперника C – Солнце, центр системы; B – Земля; E – внешняя планета. В системе Птолемея C – Земля; D – Солнце; E – центр эпицикла планеты; сама планета – в точке F . Линия от Земли до планеты во втором случае будет параллельна линии от Земли до планеты в первом случае, и угол между этой линией и линией от Земли до Солнца будет одинаковым в каждой системе. Следовательно, видимое положение планеты одинаковое

Предположим, мы рассматриваем видимый путь внешней планеты, такой как Юпитер, за год. Пока Земля делает один полный оборот вокруг Солнца, Юпитер продвинется только примерно на 30 градусов своей орбиты (здесь обе орбиты считаются круглыми), потому что ему необходимо около двенадцати лет, чтобы сделать полный оборот вокруг Солнца. Как показано на рис. 4, результат будет следующим: пока Земля делает оборот за двенадцать месяцев, и Юпитер перемещается на своей орбите между точками 1 и 12, его путь, видимый с предположительно неподвижной Земли на фоне сферы фиксированных звезд, будет таким, как показано цифрами 1' и 12', причем в начале года движение происходит в обратном направлении. Если видимый путь Юпитера наблюдается на

протяжении полного орбитального цикла, результат будет выглядеть серией петель. Видимый путь Юпитера, таким образом, является результатом пренебрежения различий между абсолютным и относительным движениями. На самом деле его орбита – такая же плавная кривая, как орбита Земли, и его движение происходит всегда в одном направлении. Для Коперника это открытие явилось удовлетворительным упрощением, хотя представляется сомнительным, что остальные восприняли его так же. Оно определенно отделило видимость от реальности. Коперник пытался доказать лишь одно: относительное движение – обычное дело.

Как говорит Эней у Вергилия: «В море из порта идем, и отходят и земли, и грады». Когда корабль идет по спокойной воде, все, что находится вне его, представляется морякам движущимся в соответствии с движением корабля. Сами же они со всеми находящимся там будто бы стоят на месте^[27].

Это было правильно, как и то, что многие движения в двух системах, которые кажутся разными, на самом деле взаимозаменяемы, будучи идентичными, хотя и приписываемыми разным телам (случай с внешней планетой, такой как Юпитер, показан на рис. 5).

Коперник был уверен, что Земля движется и что он убедительно ответил на все доводы Птолемея, отвергающие этот факт. Несомненно, он успешно вывернул систему Птолемея наизнанку, убрав Землю из центра Вселенной (хотя не так далеко, чтобы это представляло неудобства: она находилась совсем рядом с центром, если сравнивать с расстоянием от неподвижных звезд) и поместив туда Солнце. Также он сделал фиксированные звезды действительно неподвижными, лишил движения Солнце и использовал движение Земли для объяснения нескольких движений сразу. Так, по его мнению, он значительно упростил, упорядочил и гармонизировал систему, придав ей единообразие. В результате теперь она более соответствовала, чем система Птолемея, оригинальной концепции Вселенной Платона, став математически выразимой в терминах кругового движения. Правда, Копернику все еще приходилось использовать эксцентрики, эпициклы и деференты, которые вряд ли можно было считать простыми, хотя их использование трактовалось как соответствующее Платонову требованию – сочетания круговых движений. Но он ликвидировал понятие «эквант», обладавшее весьма сомнительной полезностью и не имевшее физического смысла. И он объяснил непонятные движения планет в обратном направлении как видимость. Коперник не сомневался, что математическая изобретательность и

элегантность должны понравиться астрономам-теоретикам. Он создал истинно пифагорейскую систему, которую математики не могли не оценить. То, что в ней продолжали оставаться знакомые эпициклы и эксцентрики, в XVI веке могло считаться преимуществом: все знали, как ими пользоваться. Без них Вселенная могла бы показаться неполной. Коперник сохранил кристаллические сферы и не только объяснил, что удерживало планеты на местах во Вселенной и почему они движутся по кругу, но и сохранил аристотелевскую концепцию Вселенной – средоточия концентрических сфер. Вселенная Коперника стала больше, но она все еще была ограничена внешним краем сферы фиксированных звезд, теперь по-настоящему неподвижных. Кроме того, математика Коперника была чуть проще, чем математика Птолемея.

Было ли преимуществ много? Можно ли принять систему, если в ней все устроено вроде бы разумно, но недоказуемо? И было ли в ней все действительно разумно? Да, в системе Коперника, безусловно, имелись преимущества, но было ли достаточно, чтобы люди захотели отказаться от того, что существовало много веков, и заменить Аристотеля и Птолемея Пифагором и Коперником? Даже преимущества, касающиеся единообразия, были достигнуты не без трудностей. Хотя утверждение о том, что Земля вращается вокруг Солнца, создало некоторые упрощения, но не объяснило, почему, если Луна вращается вокруг Земли, нет оснований предполагать, что планеты делают то же самое. Конечно, было утешением удостовериться в том, что Земля все-таки не сведена к статусу обычной планеты, она остается уникальной, имея спутницу Луну.

Даже с учетом несомненной убедительности доводов, представленных Коперником, доказательств не было. Понятно, что никто и думать не мог о проведении экспериментов, чтобы проверить, действительно ли Земля вращается вокруг своей оси. Однако все знали, что годовое вращение Земли должно стать причиной звездного параллакса. А Коперник лишь утверждал, что расстояния слишком велики, чтобы наблюдать это явление. Аргумент, основанный на известном факте о своеобразии относительного движения, был убедительным, но едва ли решающим. Безусловно, путешественник на движущемся корабле может представить себе, что находится в покое, а берега двигаются, но он почти сразу поймет, что ощущения его обманывают. В общем, в повседневном опыте ничто не подсказывало жителям Земли, что им следует пересмотреть свои взгляды. Каждый день люди видели своими глазами, что Солнце движется по небу, а Земля пребывает в покое. Если Земля не являлась центром Вселенной, как быть с силой тяжести? Хуже того: если Земля не находится в центре

Вселенной, как быть с человеческим достоинством? Разве Бог создал Землю не на радость человеку? И разве он не поместил ее в центр Вселенной, чтобы это доказать? Земля – определенно единственное обиталище человека (и вовсе незачем повторять дикие бредни атеистов вроде Эпикура, которые думают иначе). Иными словами, Земля уникальна, единственна в своем роде и должна занимать уникальное место. С какой стати движения планет влияют на Землю и ее обитателей, если планеты движутся вокруг Солнца? Для нас знание, что Коперник прав, делает аргументы против сказанного выше банальными. Мы искажаем и достижения Коперника, и трудности на его пути, если не осознаем, что все не так просто. У него были основания опасаться презрения, поскольку его идеи были лишены доказательности и вполне могли вызвать смех.

И все же Коперник всего лишь следовал принципам гуманизма. Он пытался заменить авторитет Аристотеля, который в XVI веке уже устарел, системой, также основанной на авторитете древних греков. Кстати, она имела дополнительное преимущество – была совместима с доктринами Платона, которые в те времена стали более уважаемыми, чем идеи его ученика – Аристотеля. Сделав это, Коперник выдвинул весьма интересную гипотезу. Однако чтобы стать убедительной, астрономической системе необходимо нечто большее, чем вероятные гипотезы. Необходимо представить истинную физическую картину Вселенной. Намеревался ли Коперник ее создать так же, как создал математически полезные гипотезы планетарного движения? Есть основания полагать, что да. Когда впервые появилась его книга, она предварялась «Обращением к читателю» «относительно гипотез в этой работе». В нем говорилось, что астрономию следует рассматривать как интеллектуальное упражнение, в котором астроном, не в силах достичь физической истины, должен удовлетвориться представлением любой оригинальной гипотезы, которая ему подходит и не противоречит фактам. Внимательное прочтение материала сразу наводит на мысль, что писал «Обращение» не Коперник. Астрономы конца XVI века знали, что это был Осияндр. Сначала никто не обратил большого внимания на это предварительное отречение, поскольку никто не знал, насколько велика приверженность Коперника истинности своей системы. Только позднее его последователи, такие как Кеплер, сочли необходимым уточнить: их учитель всегда имел в виду, что сказанное им должно приниматься как физический факт, а не как математическая гипотеза. В этом отношении они, вероятнее всего, правы.

Коперник определенно считал, что его предположения относительно движений во Вселенной являются обоснованными и гипотезы достаточно

разумны, чтобы считаться вероятными. Он не ждал, что наблюдения подтвердят их, поскольку по собственному опыту знал: высокая степень точности наблюдений достигнута не будет. Тем более имелись основания, создавая новый космос, полагаться на математические аргументы. Коперник не считал себя революционером в астрономии. Он использовал другой философский базис – пифагорейский, чтобы создать более близкую к реальности картину мира, чем у Птолемея. Вот только его Вселенная слишком напоминала птолемеевскую, однако цениться от этого меньше не стала. Каркас был тот же – структура разная. Коперник не стремился создать новые небеса и новую Землю. Он предпочел объяснить природу старых вещей полнее и точнее.

Глава 4

Великий спор

Когда мне доводилось время от времени встречать человека, поддерживавшего точку зрения Коперника, я спрашивал, всегда ли он в нее верил. Среди большого количества людей, опрошенных мной, многие говорили, что долгое время придерживались противоположного мнения, но изменили его, убежденные силой аргументов. Расспрашивая их по очереди, чтобы убедиться, насколько хорошо они владели доводами противоположной стороны, я обнаружил, что у них всегда наготове шаблонные формулировки, иными словами, я так и не понял, почему они изменили свою позицию: по причине невежества, тщеславия или чтобы продемонстрировать свою эрудицию. С другой стороны, когда я опрашивал перипатетиков и последователей Птолемея (из любопытства я обращался к многим), насколько хорошо они изучили книгу Коперника, оказалось, что только немногие ее видели и, как мне показалось, никто не понял ^[28].

Очень трудно судить справедливо о влиянии новой научной идеи в дни, предшествующие книжным обзорам и научным конференциям. Получается, что при этом ты целиком зависишь от оценки комментариев, доводов за и против. Как, например, воспринимать равнодушную оценку ученого вкупе с ожесточенными нападками и не менее яростной защитой людей, не имеющих отношения к научному миру? Можно только попытаться подойти к оценке свидетельств творчески, памятуя, что упоминание вообще, пусть даже в неблагоприятном свете, есть достижение.

В случае с Коперником имеется еще одна сложность: его теория в определенных кругах была известна много лет до опубликования *De Revolutionibus* в 1453 году, благодаря «Маленькому комментарию», слухам и «Первому рассказу» Ретика. Его при жизни высоко ценили в астрономических кругах, даже называли потенциальным епископом.

астрономии. (Интересно, что не многие из тех, кто с нетерпением ждал появления его теории, восприняли ее, когда она была наконец опубликована.) Историки иногда удивляются и огорчаются тому, что далеко не все астрономы были немедленно обращены в новую веру, а некоторые даже активно выступили против. На самом деле удивляться, скорее, надо тому, что очень многие приложили усилия, чтобы разобраться в новой сложной теории, для правильной оценки которой необходимы немалые математические знания.

В действительности книга *De Revolutionibus* была достаточно востребованной, чтобы гарантировать ее второе издание (Базель, 1566) с «Первым рассказом» (теперь в третьем издании) в качестве приложения. Конечно, многие, должно быть, узнали больше от Ретика, а не от Коперника, и, по-видимому, далеко не все, многоречиво толковавшие о его новой теории, читали его труд. Однако было много астрономов, активно использовавших математические методы, и, каким бы медленным ни было продвижение новых идей в XVI веке, в течение полудюжины лет после публикации теория Коперника начала использоваться. Последовали широкие обсуждения. К концу века даже литераторы, такие как Монтень, знали о системе Коперника достаточно, чтобы упоминать в своих трудах о ее применении. Ее распространение шло быстрее всего в Германии, центре астрологии и производства астрономических инструментов, где находились такие крупные университеты, как в Виттенберге, в котором учился Ретик. Но благодаря некоторой неравномерности интеллектуального развития новые астрономические идеи оказались быстрее всего замеченными в Англии и Испании – странах, считавшихся отсталыми в культурном и научном отношении. Вероятно, так случилось потому, что старые идеи в них не слишком укоренились.

Представляется странным, что вначале Коперника прославляли как астронома-наблюдателя. Это действительно странно, потому что, насколько известно, он почти не вел наблюдений и не придавал большого значения их точности. Даже Тихо Браге, величайший из астрономов-наблюдателей от Гиппарха до Гершеля, относился к наблюдениям «несравненного Коперника» с великим уважением, хотя с удивлением нашел их несколько сырыми^[29]. Очевидно, акцент на обсервационные достижения Коперника являлся частично результатом первого практического использования его новой системы – в вычислении планетарных таблиц. В *De Revolutionibus* Коперник привел грубые таблицы, а затем Эразм Рейнгольд (1511–1553), профессор астрономии в Виттенберге, составил новые усовершенствованные таблицы, достаточно

полные, чтобы занять место безнадежно устаревших альфонсин^[30]. Рейнгольд назвал таблицы прусскими, в честь своего покровителя – прусского герцога (1551). Отношение Рейнгольда к теории Коперника весьма своеобразно. В 1542 году, занимаясь редактированием «Новой теории планет» (New Theory of the Planets) Пурбаха, он заявил (предположительно основываясь на «Первом рассказе»), что Коперник должен стать «восстановителем астрономии» и новым Птолемеем^[31]. Когда увидел свет De Revolutionibus,

Рейнгольд понял, что система Коперника может стать основой для расчета новых таблиц. Тем не менее он не был его горячим поклонником. Для него было вполне достаточно, что Коперник создал новый удобный аппарат, который существенно упрощает расчеты.

Положение Рейнгольда было таким же, как многих астрономов-вычислителей. Его прусские таблицы действительно широко использовались и помогли выполнить реформу календаря, на что и надеялся Коперник. Они часто пересматривались для других стран и расширялись. Первый такой случай имел место в 1556 году, когда появился труд под названием «Таблицы для года 1557, составленные в соответствии с принципами Коперника и Рейнгольда для лондонского меридиана» (Ephemeris for the Year 1557 according to the Principles of Copernicus and Reinhold for the Meridian of London). Его автору Джону Филду нечего было сказать миру о достоинствах системы Коперника (как, впрочем, и о чем-то еще, поскольку он остался неизвестным). Предисловие написал математик, астролог, спиритуалист и сторонник экспериментальной науки Джон Ди (1527–1608). В нем ученый объяснил, что убедил своего друга составить таблицы, поскольку решил, что работы Коперника, Рейнгольда и Ретика сделали прежние таблицы устаревшими. Но он не считал, что предисловие – подходящее место для критического обсуждения достоинств системы Коперника. И не сделал этого ни в этом предисловии, ни в других трудах тоже. Очевидно, он не имел желания принять физическую реальность вычислительной и гипотетической системы.

После трудов Рейнгольда все астрономы-вычислители должны были считаться с Коперником. Так, Понтюс де Тиар, являвшийся сторонником системы Коперника, в своих «Таблицах восьми сфер» (Ephemeris of the Eight Spheres), опубликованных в 1562 году, восхвалял Коперника как «восстановителя астрономии» только на основании его вклада в астрономические расчеты. Все эти таблицы были развитием старых, и не потому, что являлись более современными. В том, насколько они выше, на

собственном опыте убедился Тихо Браге. Желая наблюдать соединение Сатурна и Юпитера, он обнаружил в альфонсинах ошибку на целый месяц. В прусских таблицах тоже была ошибка – на несколько дней. Это, конечно, много, но все же лучше, чем в альфонсинах^[32].

Хотя в XVI веке на систему Коперника часто ссылались в своих произведениях и непрофессионалы, существовало немного простых способов получить ясное представление о ее содержании. Если не считать работы Ретика, не было ее презентаций на примитивном уровне. Ее включила только одна университетская программа: устав университета Саламанки был в 1561 году пересмотрен, и в нем было оговорено, что математика (читайте поочередно с астрологией) должна включать Евклида, Птолемея и Коперника по выбору студента^[33]. Не сохранилось никаких записей, и мы не знаем, делали они или нет выбор в пользу Коперника за шестьдесят лет, пока у них была такая возможность. Вряд ли стоит удивляться тому, что в других университетах система Коперника не преподавалась: астрономия считалась элементарной наукой, и профессора должны были излагать основные ее элементы как часть общего образования студентов, изучавших искусство. Для будущих врачей, которым нужны были знания по медицинской астрологии, углубление в систему Коперника могло стать чрезвычайно затруднительным, поскольку астрологические таблицы и инструкции были птолемеевскими. То же самое можно было сказать и о повседневных и литературных ссылках на астрономию. Кстати, даже сегодня студенты не начинают знакомство с наукой с изучения последних достижений в ядерной физике, а пятьдесят лет назад студенты не изучали Эйнштейна раньше, чем поймут Ньютона.

Об этом писал Роберт Рекорд в «Замке знаний» (1556), одном из серии его трактатов по математике, чистой и прикладной. Имя Рекорда связано с двумя университетами: закончив обучение на медицинском факультете в Кембридже, он преподавал математику в Лондоне – чрезвычайно востребованное ремесло, учитывая большой интерес к навигации. В «Замке знаний» идет диалог между учителем и учеником, показывающий не только глубокое уважение, которое автор испытывает к Копернику, но также учит тщательно взвешивать свои доводы. Учитель утверждает, что нет необходимости обсуждать, движется Земля или нет, потому что ее неподвижность «настолько закрепилась в умах людей, что они посчитают безумием подвергать это сомнению», что, естественно, подтолкнуло ученика к неосторожному обобщению: «Все же иногда случается, что мнение, которого придерживаются многие, не является истинным».

Мастер возразил: «Так некоторые люди судят об этой проблеме. Ведь великий философ Гераклид Понтикус и два также великих последователя пифагорейской школы, Филолай и Экфант, имели противоположное мнение, а Никет (Никита) Сиракузский и Аристарх Самосский располагали сильными доводами за. Но основания слишком сложны, чтобы вдаваться в них при этом первом знакомстве, поэтому я оставлю их до следующего раза... Все же Коперник – человек большого опыта, усердный в наблюдениях, возродил мнение Аристарха Самосского и подтвердил, что Земля не только движется по кругу вокруг собственного центра, но также из точного центра мира. Для понимания этого необходимы глубокие знания...»^[34]

Роберт Рекорд, несомненно, осознавал, что молодой студент не в том положении, чтобы судить и выступить против новой системы, как и за нее. Его студент посчитал все это пустым тщеславием, и мастер был вынужден упрекнуть его, сказав, что он еще слишком молод, чтобы иметь собственное мнение. Это, конечно, справедливо, но лишь очень немногие обладают знаниями, чтобы иметь собственное мнение.

Многие люди и помимо Рекорда благосклонно относились к системе Коперника, но не считали ее достаточно установившейся частью общепринятой астрономии, чтобы включить в начальное представление. Типичный пример – Михаэль Местлин (1550–1631), профессор астрономии в Тюбингене. Он принадлежал к более молодому поколению, чем Рейнгольд, и счел возможным принять систему Коперника, даже не попытавшись для начала выступить за нее публично. Его учебник «Эпитома астрономии» (1588), вероятно являющийся сборником его лекций, содержит только птолемеевские взгляды, но в более поздних изданиях появились коперниковские приложения. Тот факт, что Кеплер (1571–1630) был его учеником, показывает, что с талантливыми студентами Местлин обсуждал новую доктрину – ведь Кеплер стал убежденным сторонником Коперника даже раньше, чем компетентным астрономом, и позднее защищал его идеи публично. В 1596 году Местлин занялся публикацией первой книги Кеплера и по собственной инициативе добавил «Первый рассказ» Ретика с предисловием, восхваляющим Коперника. Какими бы ни были его взгляды до этого времени, но к 1590 году он их, несомненно, пересмотрел. После осуждения доктрины Коперника католической церковью протестант Местлин предложил новое издание *De Revolutionibus*, хотя не пошел дальше написания предисловия. Другую позицию занимал Кристофер Ротман, астроном при ландграфе Гессенском, который вел длительную переписку с Тихо Браге, в которой

яростно защищал Коперника и доказывал несостоятельность контраргументов Тихо. Правда, он ничего не опубликовал по этому поводу. Хотя может быть множество причин для молчания астрономов, но не обязательно это отсутствие убежденности. Представляется вероятным, что они просто не видели причин отстаивать свою позицию. Короче говоря, нельзя судить о влиянии Коперника и его теории по отсутствию упоминаний о нем в учебниках. Даже Галилей предпочитал читать лекции только по астрономии Птолемея.

Вместе с тем публичное признание теории Коперника имело определенную привлекательность для радикальных мыслителей XVI века. Желая уйти от того, что называли помехами схоластического аристотелианства, они горячо поддерживали любую теорию, удовлетворявшую их тягу к инновациям. Многие дискуссии о системе Коперника устраивались в рамках антиаристотелианства. Создается впечатление, что защита Коперника является частично откликом на интеллектуальную радость новизны и желания настоять на своем. Как бы то ни было, лучший способ раскритиковать Аристотеля – опрокинуть космологическую основу его натурфилософии. Возможно, именно антиаристотелианство объясняет, почему так много благоприятных ссылок на Коперника делали люди, которые не были не только астрономами, но даже учеными, и почему его часто связывают со свободомыслием эпикурейства Лукреция. Интересный и не слишком хорошо известный пример имел место в «Академии», организованной членами французской «Плеяды». На самом деле было несколько академий, одни неофициальные, другие – формально связанные с королевским двором, которые существовали более или менее непрерывно с 1550 года до конца столетия. (Странно представлять, что Генрих III в мрачные дни религиозных войн мог слушать поэтов «Плеяды» и обсуждать достоинства греческой музыки.) Эти группы, организованные поэтами и первоначально имевшие чисто литературные цели, быстро перешли от поэзии к музыке, а затем – в пифагорейском духе – к математике и натурфилософии. Проводились дискуссии о состоянии астрономии и возможном значении новых теорий Коперника. Их оппоненты считали подобные дискуссии примером неограниченной спекулятивной свободы мысли, свойственной «Плеяде».

В 1557 году была опубликована работа под названием «Диалог Ги де Брюэ против новых академий» (*Dialogue of Guy de Braes against the New Academies*). Здесь де Брюэ, используя в качестве ораторов настоящих членов «Плеяды», нападал на новизну их мнений, в том числе на науку. Согласно де Брюэ, Ронсар верил, что астрономия должна представлять

физическую истину, а значит, он никак не мог принять идею о мобильности Земли, чему не было эмпирических свидетельств, а Баиф рассматривал астрономию как серию гипотез и потому утверждал: «В астрономии нет гарантии принципов. К примеру, о том, что Земля неподвижна: ведь, несмотря на то что Аристотель, Птолемей и некоторые другие были согласны с этим, Коперник и его подражатели [очевидно, читатель 1557 года знал, что были те, кто принял доктрины Коперника] утверждают, что она движется, потому что небеса огромны, а значит, неподвижны. Потому что (говорит он), если небо не является бесконечным и если за ним ничего нет, следовательно, оно ограничивается ничем, что невозможно. Все, что существует, где-то есть. Если же небо бесконечно, оно должно быть неподвижно, а Земля – подвижна»^[35].

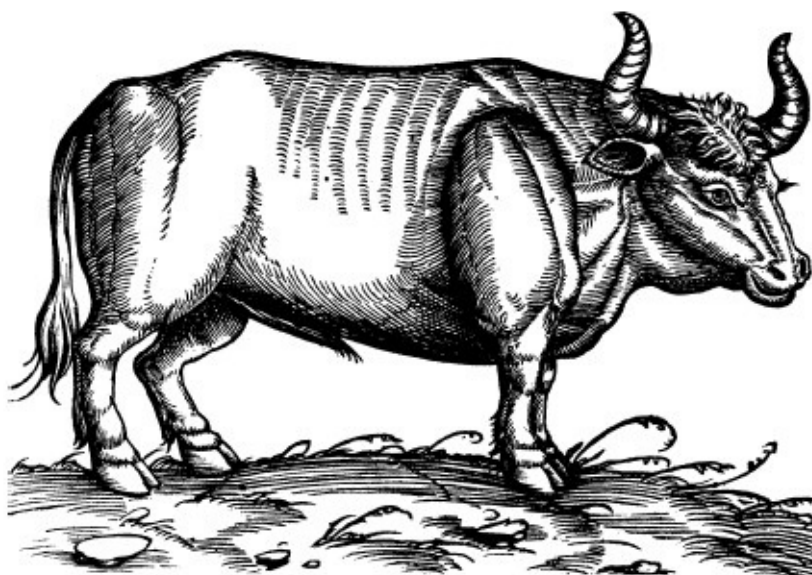
Один из интереснейших аспектов этой атаки – приписывание Копернику веры (которой в действительности у него не было) в то, что Вселенная бесконечна. Здесь явно имело место смешение радикальных идей. Утверждалось, что академики – эпикурейцы и вместе с тем последователи Коперника. Человеку, не имеющему университетского образования, легко спутать довод Коперника – сфера неподвижных звезд должна быть очень велика – и эпикурейское утверждение, что Вселенная должна быть бесконечна.



Атлантическое побережье Иберийского полуострова и Гибралтарского пролива по Птолемею. Из «Космографии», напечатанной в 1486 г. в Ульме



Горох из De Historia Stirpium (Базель, 1542). Среди овощей, иллюстрированных Фуксом, аспарагус и несколько видов капусты



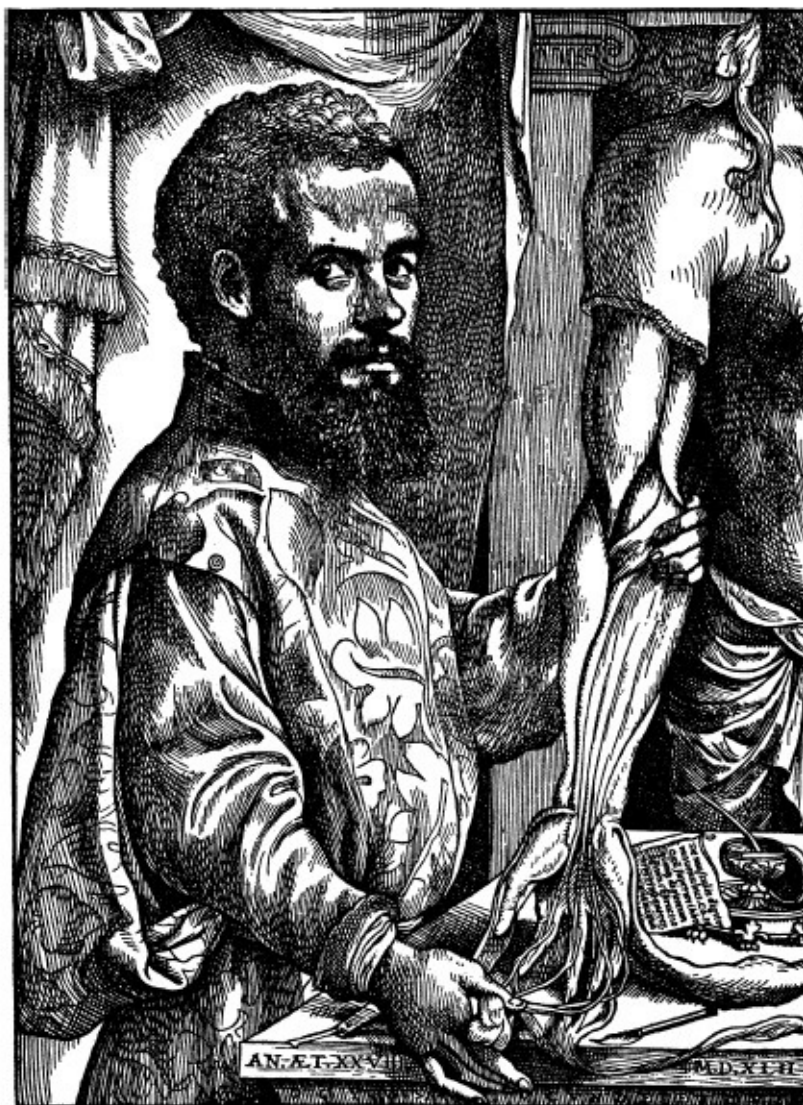
Первобытный бык



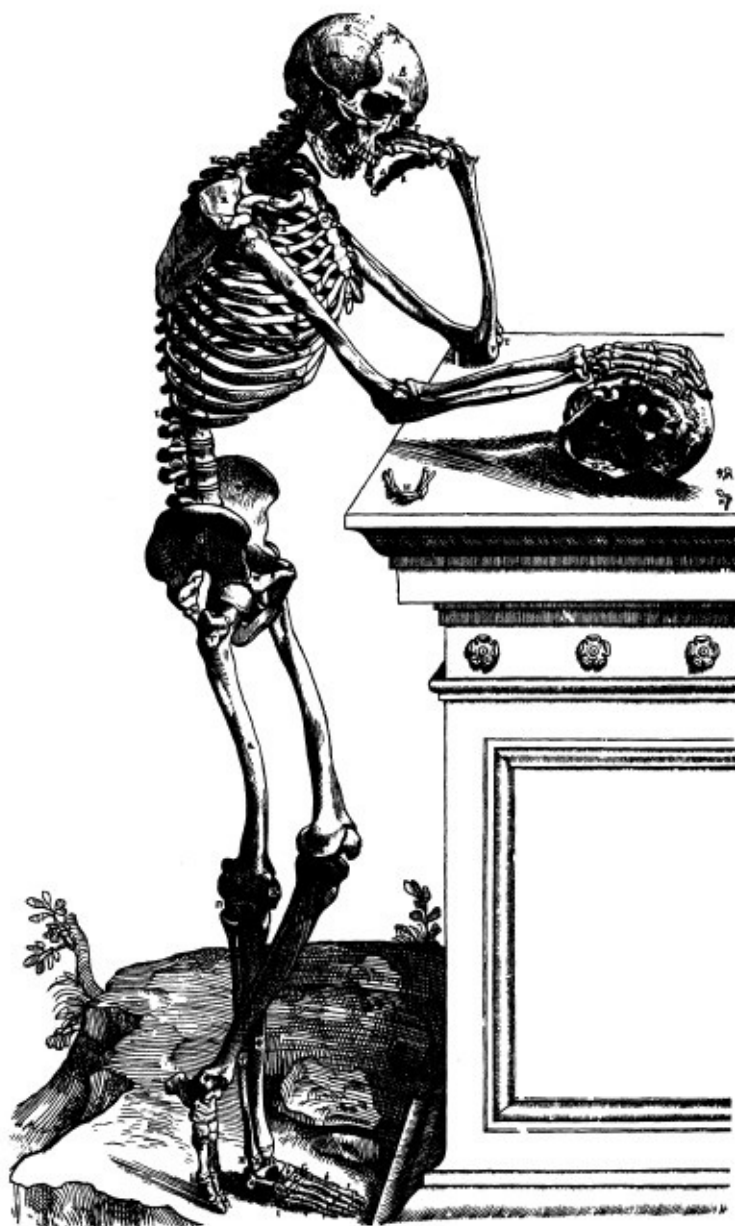
Рыба-епископ. Из Historia Animalium Геснера (1551–1587)



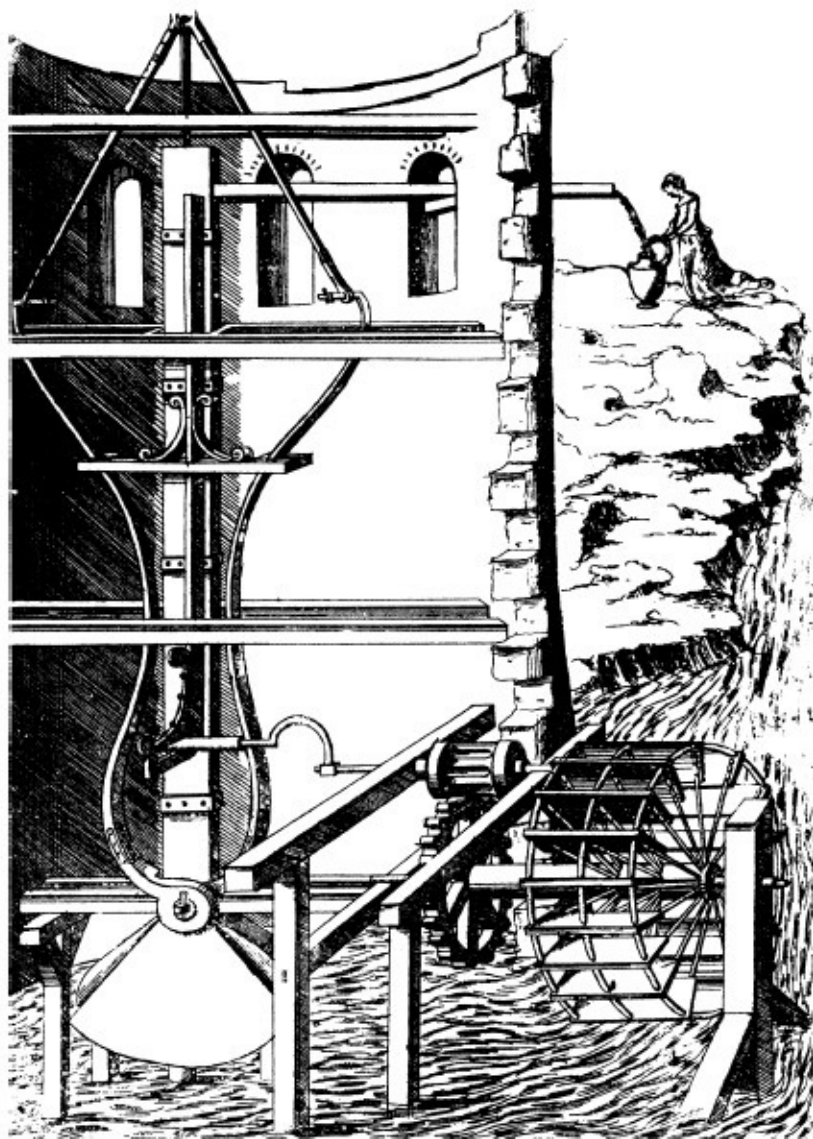
Анатомическая демонстрация, как ее представляли в XV в., из «Анатомии» Мондино (Венеция, 1493). Профессор комментирует органы брюшной полости, которые показывает его помощник



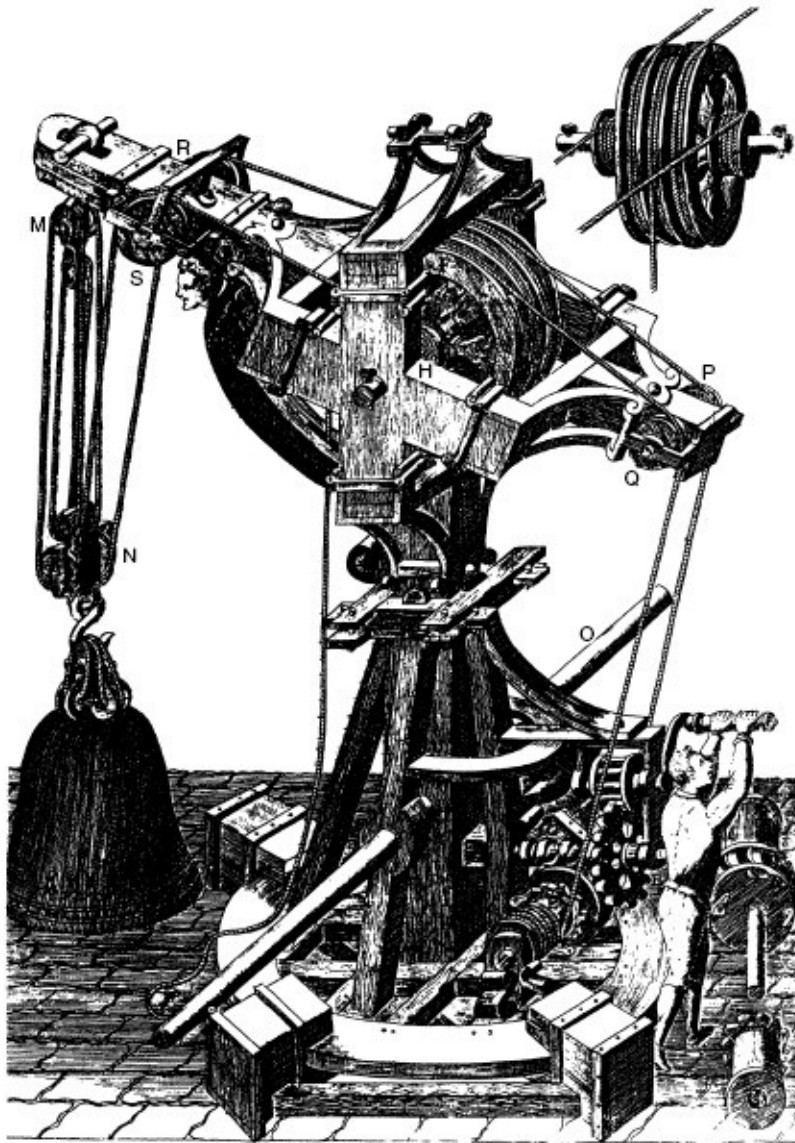
Везалий демонстрирует мышцы руки. Из *De Humani Corporis Fabrica* (Базель, 1535)



Одна из фигур, показывающая весь человеческий скелет. Из *De Humani Corporis Fabrica* Везалия



Насос, изобретенный Жаком Бессоном. Из его *Theatres des Instrnmens* (Лион, 1579). Причудливая машина представляется без необходимости усложненной для выполнения простой работы, предполагает элемент вымысла во многих инженерных книгах Ренессанса



Кран из *Le Diverse et Artificiose Machine* (Париж, 1588). Ясно видно пристрастие инженеров Ренессанса к сложным передачам и шкивам

Действительно ли Ронсар и Баиф спорили относительно достоинств учения Коперника, так же как об относительных качествах стихов на латыни и языках народов мира или о новых и старых поэтических стилях, точно сказать нельзя. Но астрономические проблемы на самом деле интересовали других «академиков». Почти одновременно с «Диалогами» де Брюэ вышла книга «Вселенная» (*L'Univers*) Понтюса де Тиара (1521–1605), знающего астронома и священнослужителя, которому судьба предназначила стать епископом Шалона. «Вселенная» состоит из двух диалогов, первый – о состоянии философской мысли. Здесь Тиар

обсуждает систему Коперника в деталях. Назвав греческие источники теории, он дает французский перевод коперниковского описания сфер и приводит его собственные доводы в пользу движения Земли. Довольно полно рассматривались основные аргументы первой книги *De Revolutionibus*. Несмотря на полное описание, Тиар отказался связывать себя обязательствами. Он позволил себе сказать лишь следующее: все это довольно любопытно и важно только для астрономов.

По правде говоря, его демонстрации просты, а наблюдения точны – их стоит поддержать. Тем не менее независимо от того, правильна его теория или нет, наши знания о Земле, насколько мы ими владеем в настоящее время, насколько не изменились. И сейчас, как и прежде, ничто не мешает нам верить, что это тяжелый, холодный и сухой элемент, который, исходя из общепринятого религиозного мнения, неподвижен^[36].

Это осторожное, но честное выражение мнения. Тиар любил свободные рассуждения, но это вовсе не значило, что он хотел отвергнуть общепринятое религиозное мнение и что сам он считал подобные взгляды весомыми.

Физик, решительно настроенный подвергнуть критике теорию движения Аристотеля, вряд ли может не оценить выгоды попутной атаки на космологию Аристотеля.

Так было, к примеру, с Г. Бенедетти (1530–1590), чья «Книга разнообразных догадок по математике и физике» (*Book of Diverse Speculations on Mathematics and Physics*) – трактат, направленный против Аристотеля. Бенедетти – математический физик, а не астроном. Но он восторженно превозносил теорию Аристарха, объясненную на божественный манер Коперником, против которой доводы Аристотеля не имеют силы^[37]. Таким образом, был нанесен еще один удар по авторитету Аристотеля. Аналогичным образом Ричард Босток, почти забытый английский писатель, в «Разнице между древней физикой и... поздней физикой» (*The Difference betweene the ancient Phisicke... and the latter Phisicke*, 1585) посчитал естественным сравнить физика Парацельса и астронома Коперника. Как известно, Парацельс не первым высказал свои идеи: он был лишь «реставратором» древних истинных доктрин. Как заявил Босток, Парацельс был не более «автором и изобретателем» медицинской химии, чем Николай Коперник, который жил в одно время с Парацельсом и вернул нам истинное положение звезд, согласно опыту и наблюдению, являлся автором и изобретателем движения звезд.

Был Босток последователем Коперника или нет, не важно, и он точно

не представлял, что именно сделал Коперник. Важно другое: в Англии и в Италии 1585 года, если кто-то желал критиковать Аристотеля и защитить научную новизну, обычно прибегал к Копернику как к примеру и оружию. К 1585 году уже любая научная аудитория – математическая, физическая или медицинская – имела некоторое представление о теории Коперника. И желавшие устроить ее свободное обсуждение могли делать это беспрепятственно.

Точно так же, как научные радикалы превозносили теорию Коперника как поколебавшую авторитет Аристотеля, те, кто отрицал научную новизну, не соглашались с теорией Коперника. В XVI веке, как и в XX, люди, далекие от науки, считали научные теории невнятными, а ученых – беспокойными созданиями, постоянно стремящимися нарушить сложившийся порядок вещей. Самые яростные нападки на Коперника вели именно далекие от науки люди, и руководила ими боязнь новизны. Получившим образование в одной системе, таким людям не приходила даже мысль о том, чтобы разобраться и принять другую идею или более того, взвесить преимущества и недостатки каждой. Это особенно справедливо, если новая система была связана с нарушением того, что считалось здравым смыслом, порядком и гармонией Вселенной. Как только астрономы подошли к принятию гелиостатической Вселенной, ученые не желали отделять науку от здравого смысла, который доньше является основой антагонизма к науке. Появилось два мира: астрономов, считавших, что движущаяся Земля копировала движение планет вокруг Солнца, и мир остальных людей, принявших геоцентричную и геоцентрическую систему. Система Коперника не могла не спровоцировать враждебность, потому что подняла неудобный вопрос, насколько можно доверять своим ощущениям. Поэтому Коперника и критиковали в первую очередь поэты, и волна критики спала, лишь когда в конце XVII века наука снова обрела порядок и стабильность.

В последней четверти XVI века система Коперника, хотя и не приобрела большого количества сторонников, стала широко известной. После тридцати лет ожесточенных дебатов даже далекие от науки люди были в курсе фундаментальных проблем. Им не нравилось, что астрономы нарушают их философский мир, так же как физический мир на небесах нарушается странными знаменами. И действительно, события в небесах – новая звезда в Кассиопее в 1572 году и длинная череда комет между 1577 годом и началом нового века – привлекли широкое внимание к астрономии и яростным дискуссиям астрономов, которые, казалось, получают некое извращенное удовольствие, с пеной у рта защищая абсурдные вещи. Эту

точку зрения высказал Гийом дю Бартас, труд которого «Неделя, или Сотворение мира» (La Sepmaine, ou Creation du Monde, 1578) был одной из самых читаемых в конце XVI века дидактических поэм. Отрывки из него неоднократно переводили на английский язык. Дю Бартас был знаком с древними источниками, не гнушался заимствовать у Лукреция, особенно в литературных вопросах, однако он яростно противился тому, что казалось ему противоречащим его довольно-таки узким представлениям об ортодоксальной космологии. Даже Аристотель подвергся критике за свои представления о бесконечности мира. По его мнению, веку свойственно забавляться с новшествами, и ученые примут любой абсурд, если только он новый. После обсуждения процесса сотворения Богом мира, стихий и географии Земли он переходит к описанию великолепных небес, сияющих огнями, которые портят только экстравагантные взгляды современных ученых.

...отдельные безумцы живут сегодня,
Исполненные упрямства,
Извращенные умы, которые не могут спокойно плыть
По спокойному каналу наших общих морей.
Таковы те (по крайней мере, по моему мнению)
Писаки, которые думают (думают – какая шутка!),
Что ни небеса, ни звезды не вращаются,
Не пляшут вокруг земного шара,
А сама Земля, наш тяжелый шар,
Поворачивается кругом каждые двадцать четыре часа.
И мы похожи на вскормленных землей новичков,
Которые только что прибыли на корабль, чтобы выйти
в море.
Они, впервые отходя от берега, считают,
Что корабль стоит, а земля движется.
Так что мерцающие свечи, заполняющие небесный свод,
Одинаково далекие, остаются неподвижными.
Так что никогда стрела, выпущенная вверх,
Не упадет на то же место – на стрелка.
Так же как и камень,
На корабле подброшенный вверх,
Упадет не на палубу, а в воду
За кормой, если ветер хорош.
Так птицы, летящие вдаль

От Западных болот к утреннему свету,
И Зефир, решивший в разгар лета
Навестить Эвра в его краю,
И ядра, вырвавшиеся из дула пушки
(Грохот которой заглушил небесный гром),
Безнадежно отстанут, перестанут быть быстрыми,
Если наша круглая Земля каждый день скачет
во весь опор...

Далее автор утверждает, что в природе все против доводов Коперника, который наделил Землю движением и сделал Солнце центром всего, и настаивает на необходимости «продолжать разговор и движении небес и их постоянном курсе»^[38].

Очевидно, что Дю Бартас достаточно хорошо знал простейшие аргументы против системы Коперника и явно был не одинок, считая ее самой деструктивной из всех глупых инноваций новой астрономии. Также не только он был уверен, что лучший способ избавиться от абсурдных идей – высмеять их. Аналогичные нападки, хотя и не столь выразительные, содержатся в произведении Жана Бодэна «Всеобъемлющий театр природы» (Theatre of Universal Nature, 1597). В этом труде французский политический теоретик и бич ведьм рассматривает энциклопедически весь мир природы. Бодэн упоминает о Копернике как о человеке, «обновившем» мнения «Филолая, Тимея, Экфанта, Селевка, Аристарха Самосского, Архимеда и Евдокса», сделавшем это потому, что человеческому уму трудно постичь невероятную скорость небесных сфер и легче ее отвергнуть. Бодэн явно знал о системе Коперника меньше, чем Бартас. Он писал на двадцать лет позже и вполне мог опираться на слухи. Он считал, что Коперник упразднил эпициклы, понятия не имея, что Коперник использовал аргумент – неподвижность благороднее движения (так что более благородные небеса должны находиться в покое, а более низменная Земля – двигаться). Бодэн считал всю теорию абсурдной, да и в любом случае, «если бы Земля двигалась, ни стрела, выпущенная вертикально вверх, ни камень, сброшенный с вершины башни, не упали бы перпендикулярно, а только немного впереди или позади»^[39].

Неприятие системы Коперника наглядно показывает дискомфорт, воцарившийся в умах людей, и то, что в конце XVI века даже элементарная дискуссия об астрономии не обходилась без ссылки на его идеи. Только скептик мог отмахнуться от проблемы выбора между Птолемеом и

Коперником и заявить вместе с Монтенем: «Что мы пожнем, если поймем, кто из них прав? И кто знает, может быть, через сотню лет возникнет третье мнение, которое успешно затмит обоих предшественников?»^[40]

Большинство грамотных людей считали, что неопределенное состояние астрономии таковым и останется. Многие предпочитали оглянуться назад, когда все было упорядоченно и однозначно: Земля под ногами человека оставалась неподвижной, а небеса были таковыми, какими их видел глаз. Эту позицию обессмертил Донн. Хотя его строки были написаны в 1611 году, когда небеса в очередной раз пришли в беспорядок, благодаря телескопу, они соответствуют жалобам предыдущего поколения.

Новая философия все ставит под сомнение.
Стихия огня погасла;
Солнце потеряно, и Земля, и ни один мудрец
Не скажет, где их искать.
Люди свободно признаются, что этот мир выдохся,
Когда в планетах и небесном своде
Они ищут так много нового; потом они видят,
Как все рушится,
Все в руинах, всякая связь исчезла.
Все ресурсы, все связи^[41].

Если таким образом доктрина Коперника повлияла на всех поэтов, неудивительно, что они ее отвергли. Тем более в столетии, когда все подвергалось сомнению, упадку и распаду – во всяком случае, в религии и политике. С какой стати им приветствовать хаос среди звезд?

В то же время многие ученые, занимавшиеся натурфилософией, и в первую очередь математики, нашли систему Коперника освобождающей дух. Им понравилась предлагаемая ею свобода от оков маленького мирка, хотя и ценой утраты уютной определенности. Смелые и сильные духом люди не только приветствовали Коперника – они пытались его превзойти. И система достигла критического состояния – предела прочности. Одним из первых астрономов, пожелавшим расширить вселенную Коперника, был Томас Диггес (ум. в 1595 г.), англичанин, родившийся в то время, когда был опубликован *De Revolutionibus*. Его отец Леонард Диггес был джентльменом, землемером, много писал о прикладной математике, включая астрологию. Он принял участие в восстании Уайетта и столкнулся

с немалыми трудностями при публикации своих трудов. Поэтому многие из них после его смерти в 1558 году остались неопубликованными. Он поручил своему другу Джону Ди дать образование своему сыну, и юный Диггес впоследствии назвал Ди своим вторым отцом в математике. Томас Диггес пошел по стопам обоих отцов и активно участвовал в движении, поставившем своей целью обучить практической математике простой люд. Он также стал астрономом-наблюдателем. Вместе с другими ведущими астрономами (среди них был и Ди, но только работа Диггеса была опубликована раньше и считалась лучшей) он провел ряд наблюдений за странной новой звездой (nova), появившейся в знакомом созвездии Кассиопеи в 1572 году. Его наблюдения были опубликованы в следующем году под остроумным заголовком «Математические крылья или весы» (*Alae seu Scalae Mathematicae*, 1573). «Весы» – тригонометрические теоремы, необходимые для определения звездного параллакса: Диггес посчитал nova новой неподвижной звездой и думал, что ее появление дает уникальную возможность испытать теорию Коперника. (Диггес ошибочно посчитал, что уменьшение звездной величины после ее первого неожиданного появления будет периодическим, и надеялся, что оно может быть параллактическим по природе, результатом видимого движения.)

Хотя он не смог использовать звезду таким образом, Диггес не сомневался в истинности системы Коперника. Он был настолько в ней убежден, что даже нарушил сыновний долг. В 1576 году, когда пересматривал работу отца двадцатилетней давности под названием «Вечное предсказание» (*A Prognostication Everlasting*) – альманах, касающийся в основном метеорологических предсказаний, ему показалась невыносимой мысль, что публике будет представлена еще одна работа, основанная на доктрине Птолемея, причем в нашем веке, когда один редкий ум (видя постоянные ошибки, которые время от времени обнаруживаются, а также абсурдность в теориях, не признающих мобильности Земли) после долгой работы создал новую теорию – модель мира^[42].

Коперник пришел к своей теории и новой модели мира путем длительных, серьезных и глубоких размышлений. Это не значит, что благородные английские умы были лишены такой же возможности – приверженности философии. Диггес признавал, что Коперник создал не просто математическую гипотезу, а физическую картину мира. И он приложил к «Вечному предсказанию» короткую статью с длинным елизаветинским названием «Совершенное описание небесных сфер согласно самой древней доктрине пифагорейцев, недавно пересмотренное

Коперником и подтвержденное геометрическими демонстрациями» (A Perfit Description of the Celestial Orbes according to the most ancient doctrine of the Pythagoreans, lately revised by Copernicus and by Geometrical Demonstrations Approved).

Это «совершенное» описание является в основном переводом первой книги De Revolutionibus, но с дополненной важной новой концепцией переводчика. К пифагорейским доктринам Коперника Диггес добавил новую величину небесной сферы. Из-за отсутствия звездного параллакса Коперник постулировал, что небесная сфера с гигантскими звездами очень велика. Для Диггеса это было знаком величия Бога. Но почему Бог не продолжил эту сферу вверх до соприкосновения с небесной твердью? С точки зрения физики вопрос интересный. Если, как считал Диггес, сфера фиксированных звезд, украшенная бесчисленными огнями, и тянулась вверх без конца, тогда они должны находиться на разных расстояниях от Солнца и Земли. Все они были очень большими, но вполне вероятно, разная величина означала только разное расстояние до Земли. И число звезд должно быть бесконечным – их намного больше, чем мы видим.

Думается, что мы видим те, которые находятся в нижней части сферы [фиксированных звезд], и чем они выше, тем их кажется меньше и меньше до тех пор, пока наш взгляд уже не может их различить. Из-за огромных расстояний большая часть звезд скрыта от нас.

Вселенная Диггеса – это не замкнутый мир Коперника. Звездное пространство не ограничено сверху. Диггес связал астрономическое небо с теологическими небесами. Сломав границы конечной Вселенной и уничтожив верхние пределы небесной сферы, Диггес задумался о ликвидации границы между звездным небом и небесной твердью. Если можно пролететь между звезд (которые как наше Солнце), то попадешь прямо в рай. Это ясно видно из составленной Диггесом диаграммы. На ней показана «сфера» неподвижных звезд, но звезды разбросаны и с внешней стороны сферы, до самого края иллюстрации. В диаграмме Диггеса сообщалось: «Сфера фиксированных звезд простирается бесконечно в высоту сферически, и потому она неподвижна: дворец блаженства, украшенный бесчисленными горящими свечами, превосходящими наше Солнце по количеству и качеству, дом небесных ангелов, в котором нет горя, а только бесконечное счастье, обитель для избранных»^[43].

Это может показаться мистическим, но Диггес бесспорно раздвигал границы реального физического мира: звезды разорвали свои узы и больше не висели на небесном своде, а были разбросаны на огромнейших пространствах, да и сами имели такие размеры, которые трудно

вообразить.

Так был сделан один из первых шагов, нарушивших удобный мир древних. В то время это могло и не показаться новым: многие все новшества относили к эпикурейству и путали огромность с бесконечностью. Диггес вполне мог считаться возродившим мнения Демокрита, Эпикура и Лукреция. Определенно английскому читателю уже были доступны доводы Коперника на родном языке, хотя весьма сомнительно, что некоторые читатели, заглянувшие в «Вечное предсказание», чтобы узнать прогноз погоды на следующую зиму, потрудились изучить информацию о Копернике в приложении. Все же по той или иной причине в конце XVI века установилось мнение, что Вселенной Коперника требуется огромное пространство – если не бесконечность. Многие считали, что именно бесконечность.

Следующий радикальный пересмотр Вселенной Коперника произвел человек, не имевший ничего общего с Диггесом. Его идеи основывались только на астрономических наблюдениях, а не на мистических рассуждениях. Не являясь поклонником Коперника, Тихо Браге не принял его систему и создал свою собственную – конкурирующую, но все же некоторые его радикальные концепции восприняты и сторонниками Коперника. Со временем отношение Тихо Браге к теории о Вселенной Коперника улучшилось намного больше, чем у его убежденных сторонников.

Тихо Браге (1546–1601) начал интересоваться астрономией, наблюдая за небесами. Это был зов души, ведь у Тихо не было наставников, и астрономию он выбрал вопреки воле родственников. Его отец, как утверждал Тихо, даже не желал, чтобы сын учил латынь (она не нужна датскому аристократу). Но его воспитывал дядя, понимавший ценность классического образования, и в возрасте пятнадцати лет Тихо Браге был отправлен в Лейпцигский университет. В автобиографии (Тихо Браге назвал ее «О том, что нам, с Божьей помощью, удалось совершить в астрономии и что при Его благосклонной поддержке еще предстоит совершить»¹⁾) он отметил, что с самого начала изучал астрономию самостоятельно и тайно. Первые знания он получил, изучая астрологические таблицы. Этот интерес остался с ним навсегда, но главное внимание он переключил на астрономические наблюдения. Первые наблюдения он провел в 1563 году в возрасте шестнадцати лет, пользуясь импровизированными инструментами. Тридцатью пятью годами позже Тихо Браге с горечью вспоминал, что наставник не дал ему денег, чтобы купить настоящие. Тогда Тихо Браге наблюдал соединение Сатурна и

Юпитера. Разница между результатами наблюдений альфонсин и «коперниковских» таблиц уже тогда убедила его, что главный инструмент астрономии – тщательное наблюдение. Ему нужны были хорошие, профессионально изготовленные инструменты, которые он приобрел, перебравшись из Лейпцига в астрономический центр Аугсбурга. Здесь он увлекся еще и алхимией, называя ее «земной астрономией», а вернувшись домой, вплотную занялся алхимическими опытами. Но внезапное появление в 1572 году новой звезды в Кассиопее определило его карьеру раз и навсегда. Невиданное явление потребовало тщательных наблюдений, отчет о которых («О новой звезде», 1573) привлек внимание короля Дании, который желая удержать столь многообещающего ученого (национальный престиж требовал не только военных, но и интеллектуальных успехов), пожаловал Тихо Браге остров Вен. Неслыханная щедрость убедила Тихо Браге не ехать в Базель, как он планировал ранее. Вместо этого он провел двадцать один год на острове, который сделал центром астрономических исследований. Здесь он построил фантастический замок Ураниборг с обсерваториями и лабораториями, сконструировал новые астрономические инструменты огромных размеров (до изобретения телескопа это был единственный способ достижения точности), и здесь он обучил плеяду молодых людей, которые прибывали на остров, чтобы получить любую работу у величайшего астронома со времен Гиппарха.

Как и Гиппарх, Тихо Браге понимал, что с появлением новой звезды требуется составление нового звездного каталога. Этому проекту он посвятил большую часть энергии и двадцать лет жизни. Но его чрезвычайно интересовала и пова сама по себе. Удивительный феномен: новая звезда в хорошо известном созвездии, и когда ее впервые заметили, она имела такую же яркость, как Юпитер. Тихо Браге, Диггес, Местлин, Ди и многие другие астрономы изучали ее с восхищением и недоумением. Тихо Браге, Диггес и Местлин (все еще астроном-любитель) пытались измерить параллакс новой звезды не для того, чтобы проверить теорию Коперника, а потому, что эта звезда на первый взгляд должна была находиться в подлунной (земной) сфере. Она могла быть и метеорологическим явлением, таким как радуга, метеор или комета, поскольку явление относилось к земному пространству, а небеса аристотелевской космологии считались совершенными, вечными и неизменными. Все, что расположено под Луной, должно проявить свою относительную близость видимым сдвигом позиции относительно звездного фона.

Однако самые тщательные наблюдения показывали, что новая звезда

упрямо отказывалась демонстрировать параллакс. Тихо Браге, Диггес и Местлин, исходя из этого, пришли к выводу, что она относится к сфере неподвижных звезд. В связи с этим пришло признание того, что небеса изменились, а значит, не являются совершенными. Но не все астрономы согласились с наблюдениями. Одни утверждали, что нова показывает параллакс, другие, например Ди, что она движется по прямой линии от Земли и это объясняет факт, что она тускнеет. Многие, включая Диггеса, отнесли ее к кометам. Тихо Браге смело принял неизбежные выводы, так как был полностью уверен в точности своих наблюдений. Он не мог объяснить изменение яркости и цвета новой звезды (как и у всех новых, ее цвет менялся от белого к красно-желтому и красному), но он не сомневался, что она находилась в «эфирной сфере». Каким может быть ее астрологическое значение, он описал очень подробно – ведь столь редкое событие не могло не иметь странной и, безусловно, чудесной важности. Его астрономическая важность тоже была, безусловно, очень велика. Тихо Браге понял, что он может «заложить основы возрождения астрономии»^[44], ведя длительные и тщательные наблюдения.

В Ураниборге Тихо Браге год за годом наблюдал положение фиксированных звезд и планет, Солнца и Луны, совершенствуя инструменты и технику наблюдений, и в конце концов достиг точности намного большей, чем это удавалось любому другому астроному. Погрешность не превышала четырех минут дуги – предел точности для невооруженного взгляда^[45]. Тихо Браге осознавал превосходство своих методов, он всегда старался поддерживать самые высокие стандарты. Покинув Ураниборг, он написал:

«...не все наблюдения произведены с одинаковой точностью и одинаково важны. Те из них, которые я производил в Лейпциге в дни юности, пока мне не исполнилось 21 год, я обычно называю детскими и считаю сомнительными. Те, которые я производил позднее, когда мне не исполнилось 28 лет [то есть до 1574 года], я называю юношескими и считаю вполне пригодными. Что же касается наблюдений, составляющих третью группу, которые я производил в Ураниборге на протяжении примерно 21 года с великой тщательностью при помощи высокоточных инструментов в более зрелом возрасте, пока мне не исполнилось 50 лет, то их я называю наблюдениями моей зрелости, вполне надежными и точными, – таково мое мнение о них»¹.

По иронии судьбы очень точные астрономические наблюдения не помогли Тихо Браге в его теоретической работе. Хотя он объявил, что

«основывался на последних наблюдениях, стараясь заложить основы и развить новую астрономию», но практически ими не пользовался. Он действительно создал новую астрономию, основанную на наблюдениях, однако все это были наблюдения 1572 и 1577 годов. Более позднее изучение комет лишь подтвердило то, что Тихо Браге уже знал. И его планетарные таблицы не были нужны в сделанном им общем описании своей системы. Однако накопленная информация не пропала даром. Ее использовал Кеплер в расчетах, на которых основал новую теорию, далекую от трудов Тихо Браге, но во многих отношениях выведенную именно из них.

Наблюдения за большой кометой 1577 года стали основой для развития системы Тихо Браге. Единственное ее описание, сделанное автором, вставлено в рассказ об орбитах комет. Как и в 1572 году, Тихо Браге вел самые тщательные наблюдения. Он еще раз попытался измерить параллакс, но убедился, что тот слишком мал. Тогда кометы, как и новая звезда, должны располагаться в эфирных регионах, которые, как оказалось, могут меняться. Это подтвердилось с появлением других комет. Тихо писал, что все кометы, которые он наблюдал, двигались в эфирных пространствах и никогда не появлялись под Луной, в чем безо всяких на то оснований много столетий убеждал Аристотель и его последователи^[46]. Наблюдения над кометами подтолкнули Тихо Браге к обнаружению еще большего нарушения порядка на небесах, по Аристотелю. Если геоцентрическая Вселенная наполнена кристаллическими сферами, где должны быть кометы? Тем более что Тихо Браге верил в гелиоцентрическую Вселенную. Их особая связь с Солнцем уже была замечена: к примеру, прикладной математик Петер Апиан (1495–1552)^[47], наблюдая за кометами в 1530-х годах, был потрясен фактом, что их хвосты всегда направлены в сторону от Солнца. Но у Птолемея пространство над и под Солнцем полностью заполнено сферами планет, и тут даже введение новой сферы не могло помочь.

Тихо Браге, заметив, что, как бы он ни расположил сферы планет, пути комет обязательно будут их пересекать, решил, что, поскольку кометы всегда располагаются над Луной, возможно, нет никаких кристаллических сфер, поддерживающих идвигающих планеты. Столь революционное решение он принял с полной невозмутимостью. Как он писал в 1588 году в обзоре, посвященном изучению комет («О последних явлениях в эфирном мире»), название обзора само по себе является вызовом традиционности и манифестом новой астрономии:

«...на самом деле нет никаких сфер в небесах... те же, которые авторы изобрели, чтобы «спасти лицо», существуют только в их воображении, чтобы движение планет и их орбиты можно было осмыслить и, возможно, записать с помощью цифр. Так что нет смысла трудиться ради отыскания реальной сферы, к которой может быть прикреплена комета, так чтобы они вращались вместе. Современные философы согласны с древними, убеждены ли в том, что небеса разделены на разные сферы из твердого и непроницаемого вещества. К некоторым из них прикреплены звезды, так что они вращаются вместе. Но даже если бы не было никаких других свидетельств, одни только кометы доказывают, что такое мнение не соответствует действительности. Кометы были неоднократно замечены движущимися в высочайшем эфире, и они никак не могут быть связаны со сферами»^[48].

Так просто отрицать реальность кристаллических сфер, изменить значение слова *Orb* – со «сферы» на «круговой путь» или на «орбиту» – воистину революционная идея, такая же, как перемещение Земли из центра Вселенной. Начиная с IV века до н. э. астрономы без колебаний принимали реальность твердых сфер, которые поддерживают планеты. Что еще могло удерживать планеты в небесах? Как еще можно придать физическую реальность математическим представлениям? С отказом от кристаллических сфер возникла настоятельная необходимость найти что-то другое, удерживающее планеты на орбите. Но Тихо Браге никогда не упоминал об этой проблеме.

Теперь, когда предположили, что твердых сфер нет, необходимо только перераспределить птолемеевы сферы, чтобы освободить место для комет,двигающихся вокруг Солнца. Тихо Браге писал: «Небесный мир огромен. Из происходившего раньше ясно, что комета движется в пределах пространства, заполненного эфиром. Представляется, что дать полное объяснение всей проблемы невозможно до тех пор, пока мы не узнаем, в какой части широчайшего эфира и рядом с какими орбитами планет [комета] следует своим путем...»^[49]

Система Птолемея в данных условиях была неприменима: громоздкая, перегруженная эквантами и лишними эпициклами и слишком наполненная, чтобы осталось место для комет. «Недавнее нововведение великого Коперника» было элегантно и красиво с точки зрения математики, но представляло еще большие трудности. Тихо Браге писал:

«.тело Земли велико, медлительно и непригодно для движения. Я без всяких сомнений придерживаюсь того мнения, что Земля, которую мы

заселяем, занимает центр Вселенной, что соответствует общепринятым мнениям древних астрономов и натурфилософов, что засвидетельствовано выше Священным Писанием».

В качестве других доводов против движения Земли (помимо ее непригодности для движения и огромного пространства между орбитой Сатурна и фиксированными звездами, очевидного из-за отсутствия параллакса) Тихо Браге приводит гигантские размеры звезд (исходя из их видимого диаметра)^[50] и их предполагаемое расстояние в коперниковской системе. Также он повторяет свое убеждение, что камень, сброшенный с башни, никогда не упадет к ее подножию, если Земля действительно движется. Доводы были убедительными, хотя основывались на ошибочной физике, которая впервые была продемонстрирована только Галилеем. Тихо Браге пишет: «Столкнувшись с этими проблемами, я начал размышлять, возможно ли каким-то образом найти гипотезу, которая во всех отношениях согласовывалась бы с математикой и физикой, избежав церковной цензуры, и при этом не расходилась бы с теорией о небесных явлениях. В конце концов, когда я уже почти утратил надежду, мне пришла в голову такая организация небесных обращений, при которой их расположение наиболее верно и при этом не возникает несоответствий».

Тихо Браге была нужна система, обладающая преимуществами системы Коперника, но без недостатков, связанных с неподвижностью Земли, и избавленная от сложностей системы Птолемея. Как и Коперник, Тихо Браге обратился за советом к древним. Он обладал не таким характером, как Коперник, и принадлежал к другому поколению, и потому никогда не упоминал, что его система, по существу, является системой Гераклида Понтикуса. Эта система очень проста: Земля остается в покое в центре Вселенной, и каждые двадцать четыре часа вокруг нее совершает оборот самая удаленная восьмая сфера, включающая в себя все остальные (единственная твердая сфера, оставленная Тихо Браге). Так объясняется ежедневный восход и заход звезд. Солнце в течение года вращается вокруг Земли, а планеты – вокруг Солнца, и можно сказать, что они обращаются вокруг Земли и сопровождают Солнце. Тихо Браге заявил, что другие круги направляют пять планет вокруг Солнца, их Господина и Царя, и что на пути они всегда наблюдают его в центре своего вращения. Эта система, как с гордостью отмечал Тихо Браге, объясняет, как и теория Коперника, почему Венера и Меркурий никогда не были далеко от Солнца, почему планеты демонстрируют ретроградное движение, почему меняется их яркость и почему движение Солнца всегда смешивается с движением планет. Эта система объясняет ненужность эквантов. Тихо думал, что смог

ликвидировать все или почти все эпициклы и снизить число эксцентриков, но на самом деле так и не сумел разработать математическую модель системы.

Правда, появилась новая сложность, ясно видная из диаграммы: орбита Марса вокруг Солнца пересекает орбиту Солнца вокруг Земли. Если сферы твердые, это невозможно. Но Тихо Браге отверг существование твердых сфер. Он знал, что движением комет четко доказано, что небесная машина – это не твердое тело, непроницаемое, составленное из различных реальных сфер, как до сих пор думали многие, но текучее и свободное, открытое во всех направлениях, которое не чинит абсолютно никаких препятствий свободному бегу планет, которые направляются свыше и подчиняются определенному закону.

В действительности такое расположение имело преимущество – объясняло, почему Марс в противоположении был ярче всего, – так как оказывался ближе к Земле, чем к Солнцу.

Поскольку все это могло считаться отступлением от темы в его книге о кометах, Тихо Браге не стал вдаваться в подробности и перешел к рассмотрению движения комет. В «переделанной» Вселенной не было места для кометы, вращающейся вокруг Солнца в промежутке между орбитами Венеры и Марса. (Путь кометы явно пересекал орбиты разных планет, но это, как и в случае с Марсом, больше не было проблемой.) Комета могла вести себя совершенно необычно и двигаться по пути, похожему на путь планеты. Да, она двигалась с переменной скоростью, и ее путь был странным, но все зависело от ее происхождения.

Поскольку тела планет не столь совершенны и долговечны, как у других звезд, старых как мир, они не имеют постоянного курса вращения. Как будто они копируют всеобщую закономерность движения планет, но не следуют ей до конца. Это покажут планеты последующих лет, которые определенно будут обнаружены в эфирном пространстве мира. Поэтому или путь обращения этой нашей планеты вокруг Солнца будет не всегда идеально круглым, а слегка продолговатым – такую фигуру обычно называют овоидом, или она будет следовать по идеально круглому пути, но медленнее вначале, постепенно ускоряясь.

Это первое серьезное предположение, что небесное тело может двигаться по траектории не круглой и не состоящей из кругов (Тихо Браге явно не считал, что кометы имеют замкнутую траекторию). Важно, что Кеплер, когда начал искать некруглую орбиту для Марса, обратился к фигуре, предложенной Тихо Браге для комет, правда, ввел ее в коперниковскую систему.

Достоинства системы Тихо Браге были значительны, поскольку он основывался на коперниковской системе (математическим эквивалентом которой она является), но привнося в нее свои идеи, связанные с движущейся Землей. Система Тихо действительно стала популярной и долгоживущей, и астрономы XVII века, не являвшиеся приверженцами Коперника, чаще принимали Вселенную Тихо Браге, чем птолемею (хотя некоторые все же шли на компромисс и признавали суточное вращение Земли)^[51]. Для тех, кто придерживался свидетельств о несуществующих кристаллических сферах, система Тихо Браге была вполне приемлемой. Многие коперниканцы были согласны с его отрицанием сфер и потому начали проводить фундаментальные изменения в его системе. Они ликвидировали сферу неподвижных звезд, которая была ненужной, если звезды стационарны. Такая Вселенная, комбинация идей, двух совершенно различных систем, была в известной степени разрушительной для космологии Аристотеля, что беспокоило Коперника. Неудивительно, что после работ Тихо Браге стало трудно определить, является ли человек последователем Коперника, да и само ее учение теперь включало много разных концепций.

Для последователя Тихо Браге, освободившегося от кристаллических сфер, становился логичным следующий шаг – решить, что удерживает планеты на орбитах. Но приемлемое решение было найдено лишь значительно позже: ранние попытки были непродуманными и устрашающе мистическими. Самая известная из них предпринята Кеплером, который черпал вдохновение в трудах английского ученого Уильяма Гилберта (1540–1603). Как и Диггес, возможно оказавшись под влиянием атмосферы, созданной Ди, Гилберт объединил рациональную науку и мистицизм в своеобразную смесь, где одно другому не мешало. Гилберт был врачом, а не астрономом, университетским выпускником, очень уважаемым практиком. Он также имел связь с лондонскими математиками-практиками, в первую очередь с изготовителями навигационных инструментов. Внешне его труд «О магните» (*De Magnete*, 1600) был предназначен в помощь навигации. Впечатление усиливалось тем, что он был снабжен предисловием Эдварда Райта (1558–1615) известного английского прикладного математика. И действительно, около трети работы было посвящено навигационным проблемам. Это менее важная часть, поскольку ее предпосылки были ошибочными, а методы – неприменимыми на практике. Начальные части книги самые ценные, потому что содержат основную информацию об экспериментальной работе. Последняя часть, отличающаяся от всех остальных, посвящена

астрономии, а именно – суточному вращению Земли.

Гилберт считал, что располагает надежными экспериментальными свидетельствами суточного вращения Земли, причиной чего является магнитное воздействие. Он установил, что Земля – гигантский магнит, и обнаружил, что сферический магнетит будет вращаться, если его полюс сместить с севера; иными словами, доля Земли будет естественно совершать круговые движения. На этом основании он предположил, что вся Земля тоже вращается. Да, Аристотель говорил, что подвижны только небеса, а не земной шар, но он был не прав. Земля подвижна, как и планеты, поскольку обладает магнитным полем, эквивалентным движущему импульсу. Установив, что способность двигаться заложена в природу Земли, Гилберт заявил, что небесам это не дано. «Кто видел... что звезды, которые мы называем неподвижными, располагаются в одной сфере? Кто доказал посредством умозаключений, что существуют реальные неколебимые сферы?»^[52] Находясь под влиянием Диггеса и Тихо Браге, Гилберт заодно отверг и идею главной движущей силы. А если так, разумнее предположить, что Земля (которая является сферой и так же может вращаться, как и планеты) совершает суточный оборот, чем что это делают небеса.

Удовлетворившись констатацией данного факта, Гилберт и не попытался установить заодно и годовое вращение Земли. Наоборот, он отверг его, заметив, что «из этого ни в коей мере не следует, что Земле следует приписывать двойное движение»^[53]. Но он все же пошел дальше, чем Тихо Браге, обратившись к изучению вопроса, что удерживает планеты на орбитах. В опубликованной посмертно «Новой философии нашего подлунного мира» (New Philosophy of our Sublunary World, 1651) он установил, что магнитная сила Земли влияет на Луну и именно эта сила заставляет Луну двигаться вокруг Земли, и также объясняет влияние Луны на приливы и отливы.

Таким образом, Гилберт занял особое место в научной мысли: не будучи астрономом, он развил несколько новых астрономических идей; не будучи истинным коперниканцем, он восхвалял сделанное Коперником. Гилберт считал Коперника «восстановителем астрономии» не только за смелые идеи, но и за развитие математического аппарата^[54]. Но платонова гармония не привлекала ученого; значительно больше его интересовал мистицизм, который наделял Землю живой силой и объяснял физическое вращение и вечное совершенство.

Человек стремится увидеть и узнать многое, но даже самый

информированный получает лишь свет и начала знаний. Поэтому наши суждения и действия часто ошибочны, искажены и нелепы, ибо мало кто руководит своими действиями правильно и справедливо. Но магнитная сила Земли и живая форма шаров, без восприятия, без ошибки, без вреда, зла и болезней, пребывает с нами и несет в себе деятельность, энергичную, фиксированную, постоянную, направляющую, исполнительную, руководящую, последовательную. Благодаря ей продолжаются рождение и смерть всех вещей. Ибо без этого движения, с помощью которого выполняется ежедневный круговорот, все земные вещи вокруг нас останутся дикими и бессмысленными.

Этот мистический дух среди английских астрономов – астрологический у Ди, теологический у Диггеса, магнетический у Гилберта – вероятно, объясняет, почему мистический философ Джордано Бруно нашел в Лондоне подходящую атмосферу, стимулировавшую его творческую активность и позволившую создать самые важные философские труды. Мы не знаем, встречался ли он с английскими учеными, но он мог слышать о коперниканизме Диггеса и Ди, который напоминал его собственный, еще более мистический коперниканизм. В Лондон Бруно, родившийся в 1548 году в местечке Нола, недалеко от Неаполя, пришел долгим извилистым путем. Образование в университете Неаполя, поступление в доминиканский монастырь, одиннадцать лет в роли монаха, настаивавшего на своем праве читать Эразма, бегство из монастыря и странствие по европейским столицам. Его всегда радостно приветствовали, где бы он ни появлялся, поскольку он разработал систему мнемоники (возможно, основанную на такой средневековой системе, как так называемое «искусство» Раймонда Лалла-Луллия), которая была очень востребована^[55]. Бруно обладал беспокойной натурой, которая постоянно гнала его в путь, на поиски нового и более интересного. Во время своего английского визита он впервые начал писать о космологических проблемах. Основой его веры была теория Эпикура (о которой он узнал у Лукреция) о бесконечной Вселенной с множеством (обитаемых) миров. Вселенная Бруно была не просто бесконечно большой, как у Николая Кузанского (чьи идеи, безусловно, оказали на него влияние), но в полном смысле слова бесконечной. Бруно, вероятно, был первым философом, который осознал возможности, заложенные в идее бесконечности. С Лукрецием Бруно смешал платоновскую концепцию мировой души и пантеистическую концепцию Николая Кузанского о связи Бога и Вселенной.

Среди астрономов Бруно особенно привлекали Коперник и Тихо

Браге. Последний дал ему аргументы для идеи о том, что все небесные тела находятся в движении, подтверждающей доктрину Николая Кузанского, а первый – для развития идеи о том, что не существует центра Вселенной. Факт, что Вселенная Коперника очень велика, помог ему с физическими доводами, а развитие Коперником концепции Солнечной системы вроде бы подтвердило эпикурейскую идею о множественности миров. (Бруно подчеркивал различие между «миром» и «Вселенной»: мир – это Солнечная система и неподвижные звезды, которая является одной из многих подобных, Вселенная – совокупность множества миров). Эти миры – такие же, как наш, то есть с Солнцем, планетами, обитаемой Землей и т. д. Наша Земля может находиться в любом месте Вселенной, но уж точно не в центре. Это была не научная система. Как заметил Бруно в диалоге «О бесконечной Вселенной и мирах», человеческий разум не в состоянии постичь бесконечность^[56]. Бруно не интересовала научная система: он был мистиком и всячески продвигал мистицизм. Он испытывал лишь презрение к тем, кто не мог понять и принять его храбрые полеты безудержной фантазии. Для него даже больше, чем для Николая Кузанского, Бог был везде. Бесконечность Вселенной и бесконечность Бога – одно мистическое целое. Он дерзко писал:

«Единство очаровывает меня. Благодаря его силе я свободен, хотя и в неволе, счастлив в горе, богат в бедности и быстр даже в смерти»^[57]. В мистическом размышлении об Одном лежит истинное освобождение разума и души.

Все это не имело почти никакого отношения к астрономии. Но мистический взгляд на потенциальные возможности бесконечности привлек Гилберта и Кеплера. Использование естественных наук в философии было знакомо всем, поскольку в этом заключалась значительная часть силы философии Аристотеля, охватывающей все аспекты от натурфилософии до метафизики. Неудивительно, что после проявления неортодоксальности философии Бруно возникла тенденция считать связанную с ней астрономию тоже ересью.

До конца XVI века католическая церковь в основном игнорировала еретический подтекст коперниканизма и довольствовалась тем, что считала его чисто математической гипотезой, полезной для расчетов, как, например, в случае реформы календаря, успешно выполненной в 1582 году. Такая уж установилась традиция. Орезм в XIV веке и Николай Кузанский в XV – оба приводили доводы в пользу движения Земли, и оба показали, что видимое противоречие со Священным Писанием можно урегулировать без

труда^[58]. Фундаменталистская позиция была не католической, и существовал хороший пример аллегорического восприятия Священного Писания. Разве не святой Августин объявил, что, только узнав о возможности такой трактовки Священного Писания, он сумел принять догматы христианства? В 1576 году испанский теолог Диего де Суньига (Дидакус Астуника) разобрался с этой проблемой просто восхитительно! В «Комментарии к Иову» (1584) он использовал текст «сдвигает Землю с места ее, и столбы ее дрожат» (Иов., 9: 6), чтобы показать: хотя в Священном Писании обычно говорится о неподвижности Земли, есть и упоминания о ее мобильности. Иными словами, если отдельные отрывки из Священного Писания противоречили друг другу, использовались те, которые были уместными в данном контексте. Вот и здесь автор сделал вывод, что пифагорейская доктрина вовсе не противоречит Священному Писанию, который не опровергался церковью вплоть до 1616 года.

После 1600 года на отношение церкви повлияли разные новые факторы, и среди них – принятие Бруно некоторых коперниковских доктрин. Стали очевидны ранее скрытые философские опасности, присущие пифагорейской гипотезе. Не за поддержку коперниканизма Бруно, вернувшийся в 1591 году в Италию, был брошен в тюрьму сначала венецианской, а потом и римской инквизицией. Против него было выдвинуто много обвинений. Он был монахом-отступником, приверженцем атеистических эпикурейских доктрин, занял арианскую позицию в вопросе о Святой Троице и вообще был колдуном. На требование отречься он заявил, что ему не от чего отречься, и попытался показать своим судьям красоту мистического пантеизма. Единственным странным элементом в деле Джордано Бруно было нежелание инквизиции судить его как «неисправимого и упрямого еретика». Прошло восемь лет, прежде чем Бруно был осужден и сожжен. В официальном обвинении нет упоминания о коперниканизме, и никому не пришло в голову, что оно должно быть. Однако когда Бруно уже был казнен, трудно было не думать о том, что его астрономическая гипотеза могла быть использована для опасных целей, особенно если подтвердится ее физическая истинность. И вскоре астрономы стали заявлять о ее физической обоснованности более уверенно и широко.

Протестанты, в первую очередь лютеране, осудили коперниканизм. Они считали его не астрономической гипотезой (несмотря на разъяснения Осияндра), а системой, фатальной для библейской правды. Так было не только потому, что они настаивали на буквальной правде Писания, но и – опять ирония судьбы! – поскольку они были хорошо информированы.

Ученик Лютера Меланхтон имел связи с университетом Виттенберга и, должно быть, слышал о новой теории от Ретика еще до того, как Ретик отправился во Фрауенбург. По крайней мере, Лютер в 1539 году знал о теории достаточно, чтобы ее осудить. Он писал: «Рассказывают о новом астрономе, который хочет доказать, будто Земля движется и вращается вокруг себя, а не небо, не Солнце и не Луна; все равно как если кто-нибудь сидит в телеге или на корабле и движется, но думает, что он остается на месте, а земля и деревья движутся ему навстречу. Но тут дело вот в чем: если кто хочет быть умным, то должен выдумать что-нибудь свое собственное и считать самым лучшим то, что он выдумал. Дурак хочет перевернуть вверх дном все искусство астрономии. Но, как указывает Священное Писание, Иисус велел остановиться Солнцу, а не Земле»^[59].

Меланхтон, выпустивший уже после публикации *De Revolutionibus* свой труд «Элементы физики» (1549), был более горяч в своем опровержении, но суть его довода была такой же. Только дураки, охваченные любовью к новшествам, настаивают на том, что Земля движется. «Только те, у кого не хватает честности и порядочности, объявляют такие идеи публично, и их пример фатален. Нормальные люди принимают правду такой, как ее открыл Господь, и соглашаются с ней»^[60]. Кальвин никогда даже не упоминал о Копернике, но его вера в буквальную истинность Писания была не менее абсолютной^[61]. Учитывая все это, неудивительно, что некоторые ученые, такие как Тихо Браге, находили движение Земли слишком враждебным религиозной вере, чтобы размышлять о нем всерьез.

Все же, хотя постепенное признание разными христианскими сектами опасностей для догмы, присущих новой астрономии, делало неизбежным конфликт между наукой и религией, вопрос обычно не поднимался публично. Многие ученые принимали систему Коперника, не афишируя этого, и обсуждали ее только с друзьями. Другие успокаивали совесть частичным принятием. Но были и такие, которые отважно заявляли, что церковь ошибается. Парадоксально, но факт: протестантские ограничения были самыми сильными в ранние годы, когда было меньше свидетельств истинности коперниковской системы. А атака католиков стала яростной лишь тогда, когда впервые стало ясно, что могут действительно существовать физические, математические и эстетические основания для принятия гелиоцентрической системы.

Какими бы ни были оговорки отдельных ученых, коперниканизм, несколько видоизменившийся за шестьдесят лет, в 1600-х годах был в

намного лучше состоянии, чем в 1540-х. Это представляется тем более странным, потому что на протяжении последних лет XIV столетия не было никаких великих открытий, способных сделать систему Коперника более правдоподобной, чем она была в 1543 году. А ее последние изменения были скорее предназначены для отталкивания, чем для привлечения разумных людей: расширение сферы неподвижных звезд в сторону бесконечности, ликвидация кристаллических сфер, привлечение таинственных сил для объяснения движения планет – все это предполагало, что коперниканизм тяготеет к мистицизму. Тихо Браге, величайший астроном-практик, живший в XVI веке, был против системы Коперника. Его работа не принесла сиюминутной выгоды коперниканизму.

А труды Кеплера собрали вместе все важные достижения в астрономии XVI века, что в конечном счете поддержало систему Коперника. И вообще среди астрономов того времени было намного больше приверженцев Коперника, чем обычно говорят, хотя, конечно, конец этого века был не слишком благоприятным временем для расцвета новых идей. Спустя шестьдесят лет после публикации *De Revolutionibus* коперниканизм так широко обсуждался, что теперь даже дилетанты прекрасно знали аргументы за и против него, а случайная ссылка на труд была понятна обычной литературной аудитории. За долгие годы обсуждений система приобрела известность, что уменьшило ее новизну и сделало ее более приемлемой для широкой публики, когда появлялись новые аргументы в ее пользу. А доводы против нее сводились на нет настойчивым их повторением. Несмотря на частые и громкие заявления противников системы в том, что только дураки могут не понимать неопровержимой силы аргументов, эти дураки становились астрономами и завоевывали сторонников. Дебаты были долгими и публичными, но велись с удивительной мягкостью в жестокий век. Они не могли завершиться без страсти и драмы.

Глава 5

Скелет человека и его проблемы

Изучение анатомии учеными имеет разные цели: один тянется к чистой науке, другой только желает показать: природа ничего не делает зря, а третий – чтобы получить информацию для исследований физических или умственных функций человека. И еще одно применение – практику приходится извлекать осколки и пули, правильно удалять части тела или лечить язвы, свищи, абсцессы^[62].

В 1542 году Андреас Везалий (1514–1564) написал с характерным для Ренессанса самодовольством: «Те, кто сейчас занят изучением древнего искусства врачевания, почти возрожденного в изначальной великолепии во многих медицинских школах, начинают к своему удовлетворению узнавать, как мало и как немощно люди трудились в области анатомии со времен Галена и до наших дней»^[63]. Он непоколебимо верил, что его труд «О строении человеческого тела» (On the Fabric of Human Body, 1543) был первым шагом вперед от Галена. Нешуточное самодовольство, учитывая, что Везалий, как и его современники, испытывал глубокое уважение к греческому врачу II века. Современные критики в основном были согласны с ученым, считая, что возрождение анатомии было необходимой предпосылкой совершенствования медицины, а работа самого Везалия – веха этого возрождения. Судьба свела в одно время – в 1543 году – двух очень разных людей – Везалия и Коперника, которые разделяли уважение к древним и желали поднять современную науку хотя бы до уровня древней.

Прогресс в анатомии до XVI века был на удивление медленным, зато после 1500 года стал стремительно набирать темп. Нельзя сказать, что анатомия была запрещенным предметом, – старый миф о том, что рассечение человеческого тела считалось запретным в Средние века, уже давно развеян. Несмотря на знание великолепной работы Галена в этой области, исламские ученые уделяли мало внимание анатомии, они больше интересовались идентификацией заболеваний и составлением лекарств. Эта тенденция перенеслась в Западную Европу через труды Авиценны (979—1037). Отсутствие у мусульман интереса к анатомии, судя по всему,

уходит корнями в религиозный запрет. Но в христианской Европе такого запрета не было^[64]. В действительности отвращение к вскрытию человеческого тела после смерти появилось довольно поздно, не исключено, что уже после возрождения анатомии. Флорентийский врач XV века Антонио Бенивьяни обычно выполнял посмертные осмотры и искренне удивлялся, когда после того, как он лечил непонятную, но интересную неизлечимую болезнь, родственники умершего отказывались «из-за того или иного суеверия» позволить ему вскрыть тело и установить точную причину смерти^[65]. Вскрытия часто проводились в XIV веке, в том числе публичные, и выпускники медицинских факультетов нередко приглашались в качестве консультантов, если следовало установить, естественной была смерть или нет. (Интересно, как они это делали?)

Тем не менее анатомия как таковая находилось в зачаточном состоянии. Очевидная причина такой ситуации – отсутствие руководства. Остается только удивляться тому, что два анатомических трактата Галена, за исключением многих его медицинских трудов, не были переведены в XII и XIII веках. Из всех его блестящих анатомических исследований был доступен только краткий трактат под названием «О функциях членов» (*De Juvamentis Membrorum*) – укороченный вариант его физиологического трактата «О назначении частей человеческого тела» (*De Juvamentis*) – сильно сокращенный пересказ половины оригинала о функциях конечностей и органов пищеварения, сохранивший арабскую анатомическую номенклатуру. Трактат мог быть полезен для изучения тела и предоставить список главных органов, но не давал ясной картины правильного подхода к анатомии. Иными словами, он никак не стимулировал исследовательский дух и не мог подсказать и направить в нужном направлении, если исследование все-таки началось. На самом деле медикам первым делом необходимо было переработать огромный массив информации, содержащийся в книгах. Кроме того, они – и в этом нет ничего необычного – были склонны принять точку зрения мусульман о том, что медицина должна иметь дело с болезнью и ее причинами, а не изучать строение человеческого тела. Даже хирург не испытывал нужды в знаниях чего-то большего, чем поверхностная анатомия и сочленение конечностей – последнее на случай вывихов.

Повторному возрождению анатомии способствовало появление интереса к ней. Первым шагом начала процесса стала «Анатомия» Мондино де Луччи, написанная в 1316 году. Мондино (1275–1326) – профессор университета в Болонье. Он, безусловно, читал *De Juvamentis*

Галена. По мнению Мондино, этот труд был плохо латинизирован – все термины Мондино были арабскими по происхождению. Он, вероятно, был одним из тех арабизированных врачей, на которых в следующем поколении так яростно нападал поэт Петрарка. Подход Мондино был прост: без какой-либо преамбулы он приступил к краткому описанию частей тела (он излагал только голые факты) начиная с брюшной полости и далее через грудную клетку к голове и конечностям. Порядок стал традиционным в анатомических исследованиях, частично по примеру Мондино, а частично потому, что прежде всего осматривают часть, более всего подверженную нарушениям. Судя по всему, в планы Мондино не входило писать подробный учебник. Скорее он собирался создать общее руководство с описанием примерной процедуры для прозекторов. В книге нет подробных указаний, которым необходимо следовать во время вскрытия, нет точной анатомической номенклатуры. Мондино явно вскрывал тело так, как это описал, но не мог, даже если бы захотел, обрисовать положение и состояние каждого органа. Но все же работа целиком профессиональна, и в ней Мондино проявил явную независимость от господствовавших мнений и тенденций.

Благодаря лаконичности и практической направленности «Анатомия» Мондино стала стандартным учебным пособием для медицинских школ. К этому времени почти все университеты включили в свои уставы положение о том, что студенты-медики обязаны присутствовать при одном или двух вскрытиях (они, естественно, выполнялись зимой). Обязательным для руководства обычно предлагался учебник Мондино. Впрочем, другого все равно не было. Альтернативный вариант De Juvamentis Галена. Положение оставалось таким в течение следующих ста лет, несмотря на то что Никколо да Реджо в 1322 году, через шесть лет после того, как Мондино закончил «Анатомию», завершил перевод «О назначении частей» Галена. Мондино, безусловно, воспользовался бы этой книгой, будь она тогда доступна. Можно сказать, что Гален был отвергнут, поскольку его заменил Мондино.

К 1400 году анатомирование стало регулярной практикой в большинстве медицинских школ^[66]. Установилась стандартная процедура. Труп укладывали на стол, вокруг которого толпились студенты. Вскрытие проводилось демонстратором (обычно это был хирург), а профессор, стоя на высокой кафедре, зачитывал текст – обычно из Мондино, а позже из Галена. Эта сцена изображена на фронтисписе итальянского издания Мондино 1493 года, как и на многих гравюрах того периода, и, несомненно, отражает официальную практику того времени (хотя есть и

другие изображения анатомических театров, где действо менее официально). Предположительно студенты могли посещать анатомическое вскрытие, когда его выполнял их профессор, и, судя по записям, так было чаще всего. Представляется, что приводимые более поздними анатомами завышенные цифры – число вскрытых ими тел – объясняется тем, что они суммировали количество посмертных вскрытий и прижизненных операций. Учебное пособие Мондино стало официальным учебником. В 1476 году вышло первое издание, а в XV веке он переиздавался как минимум восемь раз, и еще больше двадцати раз в XVI веке. В то же время профессора, читавшие лекции по анатомии, давали собственные комментарии, и новые анатомические трактаты стали появляться уже в виде комментариев к Мондино, а не к Галену. Типичный пример – трактат Алессандро Акиллини (1463–1512), который был профессором философии и медицины. Его «Анатомические аннотации» (Anatomical Annotations), опубликованные посмертно в 1520 году, показывают, что он не ушел далеко от Мондино. Он, как и Мондино, лично выполнял вскрытия, и молва приписывает ему ряд второстепенных анатомических открытий. Его работы интересны в основном потому, что показывают, как анатомические исследования медленно, но верно укоренялись среди медицинской профессуры.

В начале XVI века анатомия, безусловно, стала считаться более важной наукой, чем раньше, причем анатомические исследования теперь выполнялись по-новому. Главный стимул в этом направлении дал, пусть это покажется невероятным, гуманизм, который, развенчав арабские традиции, представленные Мондино, сделал доступными греческие традиции Галена. Так же как астрономия XV века выступала против средневековых текстов и пыталась вернуться к чистым источникам греческих традиций с интенсивным изучением трудов Птолемея, так в анатомии и медицине была сделана попытка вернуться к пересмотру трудов Галена. Сначала, естественно, были изданы тексты, известные в Средние века. Среди самых известных новых переводов можно назвать труды Томаса Линакра (1460?—1524) – гуманиста, врача, основателя врачебного колледжа. Линакр занимался медицинскими текстами и великим психологическим трактатом Галена «О естественных способностях» (On the Natural Faculties, 1523). Самой значительной из его работ в начале XVI века была «О назначении частей», которая стала доступна к 1500 году в нескольких вариантах перевода с греческого. Она устанавливала новый стиль – обсуждение функций каждого органа в связи с анатомическими вскрытиями. То, что эта работа была неизвестна

Мондино, давало ей дополнительное преимущество в антисредневековом и антиарабском климате того периода. Было сделано все возможное, чтобы дать труды Галена всем студентам-медикам. В 1528 году в Париже была опубликована серия из четырех полезных текстов удобного карманного формата. В нее вошли: «О назначении частей» (в переводе XIV века Никколо да Реджо), «О движении мышц» (On the Motion of Muscles – в новом переводе) и пятилетней давности версия Линакра «О естественных способностях». Подъем медицинской школы Парижского университета начался с возобновления интереса к Галену, результатом чего стали эти публикации и деятельность Парижского университета. Йоганн Гюнтер Андернах (1487–1574), бывший профессором Парижского университета, впервые опубликовал латинский перевод текста Галена «Об анатомических процедурах» (De Anatomicis Administrationibus, 1531). Гюнтер был скорее медиком-гуманистом, чем практикующим анатомом, но от этого его вклад в развитие анатомии не стал меньше, и несмотря на последующую критику его ученика Везалия, Гюнтер и выполнял анатомические вскрытия, и делал переводы. Везалий помогал своему профессору в подготовке учебного пособия «Анатомическая практика по Галену для студентов-медиков» (Anatomical Institutions according to the opinion of Galen for Students of Medicine, 1536).

Настоящее признание пришло к Галену после повторного открытия «Анатомических процедур» и комментариев к ним Гюнтера. (За его латинской версией 1531 года последовал греческий текст 1538 года, подготовленный к печати группой ученых, в которую входил ботаник Фукс; в XVI веке было много переизданий и латинской, и греческой версий.) Превосходство галеновского трактата, совершенно неизвестного Ренессансу, над трудом Мондино было очевидным. Его непосредственное влияние отражено в изменении установившейся процедуры. Гален начинал не с внутренних органов, а со скелета, поскольку считал, что он так же важен, «как столбы для шатра и стены для дома, так и кости для живых существ, а остальные части тела принимают форму от них и меняются с ними». Это была весьма своевременная директива, потому что скелетом почти никто не занимался. Гален точно обозначил характер своего анатомического материала, сожалея о невозможности изучать анатомию человека в Риме. Он объяснил, почему избрал обезьян и других животных, настаивая, что при любой возможности следует изучать человеческие трупы. (К сожалению, на это указание не все обращали внимание.) После костей Гален переходил к изучению мышц рук и ног, затем нервов, вен и артерий конечностей, потом мышц головы. Только после этого он

приступал к внутренним органам, которые классифицировал по функциям: пищеварительные, дыхательные (включая сердце) и мозг. Эта процедура существенно отличалась от предложенной Мондино и по порядку, в котором рассматривались органы, и по манере их рассмотрения. Непосредственное влияние этой работы обозначено трактатами, последовавшими за внедрением процедуры Галена (среди них был трактат, написанный Везалием)^[67].

Новизна и содержательность текстов Галена привлекала анатомов XVI века, и они ими воспользовались, одновременно свергая установившиеся традиции медицинских школ, в первую очередь тех, которые заявляли, что Мондино и авторы, комментировавшие его в XV и XVI веках, предпочтительнее Галена. Работы Галена действительно настолько превосходили все сделанное в промежуточный период, что восхищение и поклонение были неизбежными. Пока анатомы не познакомились с трудами Галена, у них практически не было шансов узнать об анатомии больше, чем знал он. Неудивительно, что многие ему поклонялись и считали, что Гален не может сделать что-то неправильно. Но были и недовольные. Только не следует путать критиков, которые были против Галена и считали, что средневековые анатомы лучше, с теми, кто следовал предписаниям Галена, исследовал проблемы человеческой анатомии и обнаружил у него ошибки. Так, Джон Каюс был вполне удовлетворен, посвятив большую часть своей жизни редактированию и подготовке к печати трудов Галена, и считал несогласие с Галеном признаком академического непостоянства и безответственности. Читая лекции по анатомии хирургам, он определял труды Галена как совершенные пособия и советовал другим делать то же самое.

Вместе с тем по мере роста авторитета Галена некоторые анатомы, решительно настроенные следовать его примеру и наставлениям, выполняли вскрытия, глядя на свою работу свежим глазом (пусть даже другой глаз в это время был устремлен в текст «Анатомических процедур»). Гален позавидовал бы тем, кто, как Везалий, имел доступ к человеческим трупам, и высмеял бы тех, кто, обладая преимуществами, которых не было у него, не верил в то, что видел собственными глазами, предпочитая видеть лишь непререкаемый авторитет Галена в человеческой анатомии. А ведь Гален всегда подчеркивал, что знает только анатомию животных. Но какой подмастерье от науки в современном мире, как и в Средние века, не предпочитал довериться авторитетному тексту, а не собственным неопытным глазам? Нужно было время, чтобы создать независимую школу анатомии, так же как для обучения отдельного

анатома. И несмотря на сравнительное изобилие биологического материала, его все-таки не хватало. Вначале многие вскрытия проводились на животных, и усвоенные при этом уроки часто мешали впоследствии, несмотря на приобретенный опыт.

Примерно в то же время, когда гуманизм влиял на анатомию через повторное открытие Галена, пробудился интерес к анатомии и в художественных кругах. Каждая студия демонстрировала интерес к поверхностной и мышечной анатомии, без которой было невозможно натуралистическое изображение человеческого тела. Великий пример – Леонардо да Винчи (1452–1519). Он был лучшим из большой группы художников, в которую входили также Дюрер и Микеланджело, а также многие менее именитые художники, некоторые из которых стали делать анатомические иллюстрации. Леонардо познакомился с основами анатомии в студии Верроккьо, который настаивал, чтобы его ученики изучали анатомию. Он учил их наблюдать за поверхностной анатомией и присутствовать при вскрытии трупов – ведь надо знать многое о мышцах, чтобы правильно их изобразить. Художники конца XV века, как правило, посещали анатомические театры, имевшиеся во всех итальянских университетах, где в зимнее время выполнялись публичные вскрытия, а многие еще и брали частные уроки.

Ранние анатомические рисунки Леонардо, сделанные в 1497–1499 годах, показывают лишь слабое знание анатомирования, но уже глубокое понимание поверхностной анатомии. Примерно в это время он начал планировать свою великую книгу «О человеческой фигуре» (*On the Human Figure*), стремясь отобразить живую художественную анатомию, а не структурную и физиологическую. Но вскоре после 1503 года подход Леонардо начал меняться. Он получил доступ к большому количеству биологического материала (хотя все же не такому большому, как ему хотелось). А около 1506 года он прочитал «О назначении частей» Галена, и книга подтолкнула его к дальнейшему изучению костей и мышц, дала новые знания об анатомической процедуре, стимулировала интерес к физиологическим функциям. (Он часто столь же язвителен относительно утверждений Мондино, как любой медик-гуманист.) Именно к этому периоду относится его величайший труд, значительная часть которого основана на наблюдениях за столетним стариком, поверхностную анатомию которого Леонардо изучал во время визитов в больницу, а после смерти вскрыл тело и сравнил с телом семимесячного плода. Он изучал не только человека, но и животных. Во-первых, как и Гален, он считал, что анатомия человека и животного в основе своей идентична. А во-вторых,

этого требовало его искусство. Леонардо изучал анатомию лошади, чтобы как можно более правильно изобразить коня для конной статуи Людовика Сфорцы, и интересовался пропорциями тел человека и животных.

Некоторые работы Леонардо потрясают воображение. Обладая тренированным наблюдательным взглядом, художник видел не хуже любого профессионального анатома правильные взаимосвязи и формы костей, мышц и органов, а знания механики дали ему хитроумные техники для изучения отдельных органов. Есть у него и слабые работы: или он не видел, что рисовал, или видел не так, как надо. Однако уровень его компетенции в разных областях, как правило, очень высок, и все его записи неизбежно сопровождаются великолепным набором рисунков: Леонардо – несравненный анатомический иллюстратор. Он, конечно, обладал большим преимуществом – был проницательным наблюдателем и рисовальщиком. Трудно отыскать хотя бы одну страницу в его рукописях, на которой бы не было прекрасного анатомического рисунка. Леонардо во всем искал скрытую телесную красоту, которая, по его убеждению, лежит в основе всего. Здесь Леонардо превзошел самого себя: величайший художник, он сделал произведением искусства анатомию.

Леонардо стоит особняком и по другой причине. Он работал тайно и ничего не публиковал. Было известно, что он работает над анатомическими проблемами и очень немногие художники видели некоторые его иллюстрации. На самом деле он оказал существенное влияние на анатомические иллюстрации, но, разумеется, не на анатомию. Анатомические иллюстрации получили широкое распространение в начале XVI века и были настолько блестящими, что появлялось искушение оценивать каждую работу по красоте ее иллюстраций. Это, разумеется, было неправильно. Имеют ли иллюстрации художественную ценность отдельно от текста или нет, не имело отношения к их истинному предназначению. Мог анатом позволить себе иллюстрации хорошего художника или нет, это зависело от многих факторов, среди которых достоинства текста занимали последнее место. Даже точность изображений больше отражала качества художника, чем автора. Как и в случае с травниками, неясно, насколько тесно художник контактировал с автором в процессе работы. Анатомические иллюстрации в начале XVI века появились, можно сказать, неожиданно – хотя первые книги по анатомии были иллюстрированы, рисунки не были анатомическими.

Обычно на иллюстрациях были показаны сцены вскрытий или хирургических операций, хотя изображались и раненые люди, с указанием вероятного расположения разреза от меча, а также астрологическая

важность разных частей тела. Красиво иллюстрированная книга «Анатомическая связка» (*Fasciculus Medicinae*, 1493), содержащая текст Мондино, включала интересную иллюстрацию: сидящая женская фигура, тело которой в разрезе показывало репродуктивные органы. Рисунок весьма реалистичный, но с точки зрения анатомии не впечатляющий.

Первым анатомом, воспользовавшимся преимуществами анатомических иллюстраций, был Беренгарио да Карпи (1460–1530), имевший тесные связи с университетом в Болонье, славившимся своими анатомическими традициями. В 1521 году Беренгарио опубликовал комментарии к Мондино, а в 1522 году – короткую книгу с длинным названием: «Краткое, но очень ясное и плодотворное введение к анатомии человеческого тела, опубликованное по просьбе его студентов» (*A Short but very Clear and Fruitful Introduction to the Anatomy of Human Body, Published by request of his Students – Isagogae Breves*). В обеих книгах были качественные анатомические иллюстрации. Во второй работе также было несколько гравюр, иллюстрирующих роль мышц. Художник весьма наглядно изобразил то, что особенно привлекает внимание при изображении нормального тела с обычным выражением лица. Фигура в каждом случае поднимает участки кожи, чтобы показать мышечное строение. Такой способ демонстрации живой анатомии получил развитие позже, показывая не только мышечное строение, но и участки скелета. Фигуры Беренгарио изображены на фоне пустынного пейзажа, впоследствии сменившегося полной разрухой, на фоне которого показаны фигуры на иллюстрациях к трудам Везалия – это был высший этап развития анатомических иллюстраций.

Анатомический рисунок, несомненно, ценен, особенно при отсутствии хорошего технического словаря. Он делает текст наглядным. Но в нем заключены и некоторые недостатки, самый важный из которых следующий: рисунок отвлекает внимание от текста, который совершенно не всегда дает точное описание. Это было особенно нежелательно в таких книгах, как труды Везалия, которые были большим, чем просто азы анатомии. В XVI веке некоторые анатомы жаловались, что рисунок отвлекает студента даже от вскрытия. Имея картинку, студенты не желают видеть то же самое в натуре. Везалий писал: «Я убежден, что очень трудно – нет, бесполезно и невозможно – получить настоящие анатомические и терапевтические знания на основании одних только изображений и формы, хотя никто не станет отрицать, что они – хорошее подспорье для запоминания»^[68].

Эта трудность существует до сих пор, особенно при оценке работ

анатомов XVI века: рассматривая иллюстрации, читатель склонен забывать о тексте, который в большей мере отражает научные достижения. А текст сам по себе очень интересен. Каждый анатом того периода разделял некоторые общие взгляды. Так, они считали, что анатомии необходимо преобразование, потому что профессора – тупые чурбаны, и каждый полагал, что познал эту истину на собственном опыте, вскрывая бесчисленные трупы. Рано или поздно они осознавали, что их анатомические исследования в действительности основывались на относительно небольшом числе вскрытий человеческих тел, с добавлением аутопсии и вскрытий животных. Последний факт объясняет много аномалий. Всегда было трудно понять, почему анатомы XVI века «видели» в человеческом теле то, что Гален описывал у животных, и потому делался вывод, что все они разом ослепли или поглупели. Помимо того что легко «увидеть» на практике то, что, согласно учебнику, должно там быть, анатомы XVI века, как и Гален, нередко использовали биологический материал животных, поскольку он был доступным и совпадал с тем, что описывал Гален. Так, пятидольная печень, которая есть у собак и обезьян, но нет у человека, часто показана на анатомических иллюстрациях, включая ранние рисунки Везалия. Также утверждалось, что *rete mirabile* – чудесная сеть – присутствует у человека, хотя ее никто не видел^[69]. Поэтому было принято изображать правую почку выше левой, хотя у человека она ниже. Ясно, что идеи многих анатомов, даже Леонардо и Везалия, сформировались и закрепились на первых вскрытиях животных, и они не пересматривали своих взглядов, приступив к вскрытиям людей. Так что даже профессионалам иногда трудно увидеть истинную картину^[70].

Начиная с 1520 года стали появляться многие анатомические труды – один за другим, – обладающие разной степенью оригинальности. Их авторы, разумеется, испытали то или иное влияние Галена в физиологическом или в анатомическом плане. Каждая книга имеет собственное достоинство и содержит определенные открытия. Все вместе они представляют «новую анатомию». Их трудно расположить в хронологической последовательности, потому что книги часто готовились к печати годами, в отличие от трудов Везалия. Среди ранних новых анатомических трактатов были труды Беренгарио да Капри «Комментарии к Мондино и Краткое введение».

Его авторитет намного превосходил авторитет Мондино. Свою позицию он объяснил в посвящении: «Есть много книг, в которых обсуждается анатомия, но они устроены не так, чтобы было удобно

читателю. Судя по всему, авторы заимствовали чужие идеи из других изданий, вместо того чтобы излагать свои мысли по анатомии. По этой причине лишь немногие – если таковые вообще есть – сегодня понимают цель этого необходимого и важного искусства»^[71].

И он доказал собственное понимание, продемонстрировав свои достижения на настоящем вскрытии. Также он проявил внимание к читателям, поскольку, в отличие от Мондино, писал ясно, прямо, объяснял названия и положение органов, указывая, как с ними обращаться для самого эффективного препарирования, какие предосторожности следует соблюдать. Читая эту книгу, каждый чувствовал себя способным взять скальпель для вскрытия и приступить к работе. Беренгарио не был потрясюще оригинальным, но его наблюдения были точны. Он презрел распространенное мнение, что *rete mirabile* есть у людей. «Я никогда не видел эту сеть, – писал он, – и верю, что природа не делает многими средствами то, что может сделать немногими»^[72]. Если это не является необходимым, нет нужды это представлять. Есть много других анатомических трудов этого периода, имеющих определенные достоинства: «Введение в анатомию» (Introduction to Anatomy, 1536) Никколо Масса; «О препарировании частей человеческого тела» (On the Dissection of Parts of Human Body) Шарля Этьена (опубликовано в 1545 г., хотя начато в 1530 г.) Этьен (1504–1564) сделал иллюстрации для своей книги, взяв фигуры, выполненные современными художниками, и вставив анатомические детали. Также можно упомянуть «Анатомию Мондино» (Anatomy of Mondino, 1541) Йоганна Дриандера (1541).

В каждом из упомянутых выше трудов появлялось несколько новых имен и упоминался ряд новых фактов, но ни один из них не был намного лучше другого.

Везалию удалось создать труд, который сразу занял место на несколько ступеней выше всех остальных в плане и анатомии, и физиологии, и иллюстраций. Он был настолько выше других, что практически затмил работы современников. Везалий имел определенные преимущества, главное из которых – получил образование анатома. Он родился в 1514 году, начал свое образование в Лёвене, где изучал латынь и греческий язык, впитал гуманистическую любовь к языкам и стал практиковаться в препарировании животных. В 1533 году Везалий отправился в Париж, чтобы получить медицинское образование. Там он провел три года. И хотя позднее он характеризовал своих учителей как невежд в практической анатомии, на самом деле годы, проведенные в

Париже, сформировали его как личность. Здесь под руководством Гюнтера Андернаха он познакомился с «Анатомическими процедурами» Галена. Он помогал Гюнтеру в подготовке к печати его трудов, и на него произвел глубочайшее впечатление огромный интерес к Галену, проявляемый преподавательским составом медицинского факультета и издателями Парижа. Презрение, которое Везалий впоследствии демонстрировал к своим учителям, по крайней мере частично является мерой того, как многому они его научили: и они, и Гален научили его подходить к анатомии не как к информации, которую можно вызубрить по учебнику, а как к предмету исследования. Умение во всем убедиться лично, увидеть внутреннюю связь между анатомией и физиологией – это принципы Галена. Везалий уверенно шел по пути, который предназначило ему полученное образование, оставив далеко позади своих учителей.

В 1536 году Везалий уехал из Парижа в Лёвен – тогда из-за войны медицинские школы закрылись. В течение года он читал лекции, выполнял вскрытия и публиковал свои тезисы, а потом отбыл в Италию. В Падуе он получил диплом доктора медицины и, несмотря на молодость, должность лектора по хирургии. Он читал лекции по анатомии и обобщил свой первый опыт, опубликовав в 1538 году анатомические таблицы – шесть листов гравюр, вошедших в историю под названием *Tabulae sex*. Листы большого формата – их можно прикрепить на стену, на каждом есть гравюры и текст. Характерно, что на первом листе имеется посвящение, которое объясняет, что эту работу Везалий выполнил по просьбе студентов и профессоров. Первые три листа (рисунки на них выполнил сам Везалий) представляют печень и связанные с ней кровеносные сосуды, а также мужские и женские репродуктивные органы, венозную и артериальную системы. Рисунки выполнены со знанием дела, однако содержат традиционные ошибки, касающиеся формы печени и матки, а также относительного положения правой и левой почек. На последних трех листах рисунки выполнены Йеном Калькаром, учеником Тициана. На них можно видеть три стороны скелета с названием всех костей. Эти листы, судя по всему, положили начало дальнейшему появлению анатомических атласов для студентов.

В течение следующих лет Везалий активно читал лекции и выполнял вскрытия. В конце концов, он ощутил удовлетворение и решил, что познал основные проблемы анатомии, а значит, может представить свои труды широкой публике. Свои достижения он изложил даже не в одной книге, а в двух, и обе увидели свет в 1543 году: «О строении человеческого тела» (*De Humani Corporis Fabrica*) и «Эпитома» (*Epitome*). Это воистину

фантастическое достижение, тем более что Везалий в этот период был занят работой над трудом Гюнтера Anatomical Institutes и латинским переизданием 1541 года Галена (Giunta edition). В 1543 году Везалий уехал из Падуи в Базель, чтобы лично проследить за печатью своих книг. Первые экземпляры он отправил германскому императорскому двору, желая обеспечить себе положение при дворе. Ему повезло. После получения должности императорского врача Карла V у Везалия больше не оставалось времени для вскрытий, и его анатомические исследования практически прекратились, хотя второе издание *Fabrica* было исправлено и дополнено новыми материалами. После выхода в свет второго издания немедленно последовало назначение Везалия врачом Филиппа II Испанского. В Испании Везалий оказался менее успешным, чем в Германии и Бенилюксе, и в 1562 году он оставил этот пост. Чем он занимался потом, неясно, но умер он в 1564 году во время паломничества, намереваясь вернуться к преподавательской деятельности в Падуе.

Fabrica превосходит все прочие анатомические издания того периода не только из-за иллюстраций^[73]. Главные достоинства труда – план и размах. Как предполагает название, это больше, чем просто рассказ о структурной анатомии, а судя по размеру – это уже не обычный учебник. Влияние Галена на Везалия оставалось сильным, и содержание частей следует плану Галена, а не Мондино. В последнюю книгу Везалий включил много опытов, ранее описанных Галеном, о рассечении и связывании нервов. В первой книге речь идет о скелете, во второй – о миологии – показаны все известные мышцы и их взаимодействие, в третьей и четвертой – о венозной, артериальной и нервной системах. В пятой и шестой книгах говорится об органах брюшной полости и грудной клетки, а также о мозге.

Везалий в какой-то степени вел антигаленовскую полемику. Во всяком случае, он увлеченно нападал на галенистов, даже если ими были его учителя. Ему нравилось не соглашаться с Галеном, и когда, на пример, он утверждал, что полая вена (*vena cava*) ведет начало от сердца, а не от печени, то доказывал это с максимальной полнотой. Но на самом деле он не смог бы написать свой великий труд без Галена. Глубокий смысл присутствует в том, что Везалий начал с Галена, а не с человеческого тела, так же как Коперник начал с Птолемея, а не с физического мира. Ни Коперник, ни Птолемей от этого не стали менее оригинальными. Везалий приглядывался к Галену, одновременно выискивая возможность для совершения открытия. Ни один анатом XVI века не считал себя состоявшимся в профессиональном отношении, если не обнаруживал чего-

то ускользнувшего от Галена. Везалий не был исключением. Не был он исключением и в том, что упорствовал в ошибках, несмотря на множество выполненных вскрытий. (Наглядный пример – утверждение, что правая почка выше левой.) Везалий был исключительным в количестве нового материала, который увидел собственными глазами и снабдил подробными комментариями. Иллюстрации его книг превосходны, но все же они не столь точны, как текст. Время от времени фигуры включают органы и человека, и животного, и вовсе не по причине путаницы. В тексте Везалий обсуждает сравнительную анатомию и потом позволил художнику сделать комбинированные фигуры – или для простоты, или чтобы сберечь время.

Возможно, самый удивительный аспект работы Везалия – старание разобраться с отношением между отдельными органами и телом в целом. То, что начинается целым скелетом, заканчивается несколькими косточками. То, что начинается «освежеванной» фигурой, демонстрирующей поверхностные мышцы, препарируется слой за слоем, пока не остается только несколько отдельных мышц. Телесная полость сначала рассматривается в целом, а потом обсуждаются ее отдельные части. Такой подход отличается от общепринятого, но и цель книги другая. Везалий писал не элементарный текст и не учебное пособие, а великую монографию, которая должна была заменить труды Галена.

Нет ничего неестественного в том, что Везалий описывал использование частей тела в связи с их структурой, физиологию вместе с анатомией. Он, как и Гален, не слишком их различал. Структура где возможно связана с функцией. Везалий внимательно изучил разницу в волоконной структуре между венами и мышцами, выясняя, как она связана с их деятельностью и предназначением. Главная функция вен – служить телу, передавая питание, и их структура адаптирована для этой цели.

Природа дала венам прямые волокна; с их помощью кровь попадает в полость. Поскольку необходимо проталкивать кровь в следующий участок вены, словно по руслу, природа дала ей поперечные волокна. Чтобы вся кровь переносилась в следующую часть вены из предыдущей сразу и без перерыва, она также снабдила вену косыми волокнами^[74].

Дело в том, что «Творец всего сущего создал вены в первую очередь для переноса крови к отдельным частям тела, чтобы они были как каналы, из которых все органы получают питание»^[75].

Согласно физиологии Галена (другой он не знал) Везалий предположил, что вены берут свое начало от печени (эта вера, вероятно, была вызвана удивительными размерами полых вен) и их функция –

переносить питающую кровь к разным частям тела, одновременно убирая отходы. А артерии предназначены для распределения жизненного духа между всеми частями тела. Заметна сильная механическая концепция телесных функций: притяжение и отталкивание – это вдох и выдох, а вся венозная система сравнивается с водоснабжением – эта аналогия сослужила хорошую службу Гарвею семьдесятю пятью годами позже. Акцент на важность волокнистой структуры (особенно четкий при обсуждении легких в шестой книге) сохранился и после Везалия. Подход стал подчеркнуто механистическим в физиологии XVIII века.

Питание Везалий обсуждает в связи с анатомией брюшной полости. Здесь он не смог сказать ничего особенно оригинального, но ясно выразил общий вывод анатомов XVI века и Галена:

«Таким образом, пища и питье поступают через рот в желудок, как в некую общую мастерскую или склад, который сжимает все, что туда попадает, смешивает это и приготавливает, после чего все передается в кишечник. Оттуда ответвления *venae porta* всасывают лучшие из приготовленных соков, самые удобные для кроветворения, и вместе с жидким остатком этой готовки несут все это к печени... Между тем печень, допустив густой сок и жидкость, добавляет очищение, необходимое для производства совершенной крови. Она изгоняет двойные отходы, то есть желтую желчь, более легкую и жидкую, и желчный или грязный сок, густой и мутный. Но кровь продвигается из *vena cava* по многочисленным ответвлениям к разным частям тела. они притягивают к себе, усваивают и помещают на место. То, что лишнее, и отходы они изгоняют из себя по своим каналам»¹.

Для Везалия, как и для Галена, артериальная система была менее важна и не так интересна, как венозная. Важность венозной системы проистекала из ее ответственности за питание и необходимости знать точное положение каждой вены для успешной флеботомии. Кроме того, структура артериальной системы была не так противоречива, как венозной, хотя можно было задать множество вопросов о структуре сердца, от которого идет артериальная система.

«Разногласий между врачами и философами, касающихся большой артерии, было меньше, чем разногласия относительно вен и нервов. Гиппократ, Платон, Аристотель и Гален установили, что сердце – источник и начало артерий... Но если философы и ведущие медики решили, что сердце – источник артерий, и тем не менее они не сходятся во мнениях относительно пазухи сердца, откуда выходит большая артерия: одни считают, что она исходит из средней пазухи сердца, другие – что из левой.

Но поскольку это противоречие затрагивает желудочки и пазухи сердца, а не само начало артерий и поскольку в сердце только два желудочка, мы подтвердим происхождение большой артерии в левой пазухе сердца, которая больше»^[76].

Более сложный вопрос – природа межжелудочковой перегородки – толстой стены, отделяющей правую сторону сердца от левой. Поверхность перегородки покрыта маленькими ямками – Гален не без оснований посчитал их порами. Он объяснил их существование тем, что они позволяют небольшому количеству крови просачиваться из правой стороны сердца в левую. Важность этого была осознана в XVI веке, когда возрос интерес к деталям физиологии. Везалий был расположен принять идею, что эти ямки – сквозные отверстия, но после самого внимательного изучения не смог обнаружить это. Пришлось заявить, что уверенности в этом нет.

«Эти ямки, конечно, видны, но ни одна (насколько можно определить) не проходит из правого желудочка в левый через перегородку между желудочками. Я не смог увидеть ни одного сквозного отверстия, даже самого маленького... Хотя об этом пишут профессора, твердо убежденные, что кровь переносится из правого желудочка в левый. Лично у меня есть немалые сомнения в деятельности сердца в этом отношении»^[77].

Рассмотрев структуру сердца, Везалий описал «функции и использование сердца, как их описывали до сих пор, и основания для их структуры»^[78]. Везалий считал, что исследовав естественные функции сердца и легких, оказываешься втянутым в теологический вопрос о природе души. Это беспокоило ученого. Но строго говоря, утверждал Везалий, эта проблема не только теологическая, но и медицинская, а значит, подходящая для обсуждения в анатомическом опусе.

«Более того, чтобы я здесь не встретился с обвинением в ереси, воздержусь от обсуждения видов души и мест, где они помещаются. Потому что сегодня, и особенно среди наших соотечественников (итальянцев) можно встретить много судей нашей самой истинной религии. Эти судьи, услышав, как кто-то упомянет о душе Платона или Аристотеля и его толкователей или Галена (ведь поскольку мы имеем дело со вскрытием человеческого тела и вначале должны рассмотреть подобные вещи), сразу начинают думать, что имеет место отход от веры и сомнения в бессмертии души. Не беспокоясь об этом, доктора обязаны (если не хотят исполнять свои обязанности поспешно и неправильно применять лекарства) подумать о... и конечно же о сущности души»^[79].

Заявив, таким образом, о своем праве обсуждать такой деликатный вопрос, Везалий перешел к подробному обсуждению функций сердца и некоторых связанных с ним функций печени и мозга. Он сделал вывод, что:

«Так же как вещество сердца наделено силой живой души и уникальная ткань печени наделена силой естественной души, чтобы печень могла создавать более густую кровь и естественный дух, а сердце – наделять кровь, которая течет по телу, жизненным духом. Таким образом, эти органы могут доставлять материалы ко всем частям тела, по каналам, оставленным для них. а мозг дает бодрость»^[80].

Возможно, это весьма слабый результат дерзких заявлений Везалия о своем праве обсуждать в медицинском труде душу – под таким выводом с готовностью подписались бы все галенисты, но, по крайней мере, Везалий объявил о своей независимости, хотя и не воспользовался ею.

Труды Везалия особенно впечатляют, вероятно, потому, что они настолько превосходят обычные анатомические описания, что работы его современников в сравнении сильно проигрывают. Но ученый принадлежал к оригинальному и очень плодovитому поколению, и потому, когда он покинул Падую, университет без труда нашел ему замену, поскольку в Италии было немало достойных анатомов, внесших тот или иной вклад в науку. Один из самых интересных – Эустахио Бартоломео (1520–1574), практикующий римский врач, который – единственный из всех видных анатомов – не был связан с университетом. Его работы нередко были точнее, чем у Везалия, но он публиковался мало. В 1563 году увидела свет его маленькая книжица *Opuscula Anatomica*, в которой он сравнивал органы человека и животных. В ней автор отметил, что Везалий и многие другие анатомы обсуждали почки животных, а не людей, и указал на различия в венозной системе руки человека, обезьяны и передней конечности собаки. Эустахио также опубликовал анатомию уха. Он планировал большой подробный обзор, но уцелели только иллюстрации, напечатанные в XVIII веке. Среди профессоров анатомии в Падуе был Фаллопий (1523–1562). Его «Анатомические наблюдения» особенно хороши там, где речь идет о женских репродуктивных органах. Другие анатомы Падуи – Реальдо Коломбо и Фабриций из Аквапенденте – занимались физиологической анатомией венозной системы. Анатомия и физиология медленно разделялись, становились отдельными специализированными науками, правда, остались дополняющими друг друга.

В XVI веке существовало и другое, хотя и менее продуктивное направление в физиологии, видным представителем которой был француз Жан Фернель (ум. в 1557 г.). Его труд «Естественные части медицины»

(Natural Parts of Medicine, 1542) был смоделирован по «О назначении частей» Галена, так же как Fabrica Везалия создавалась по образу и подобию «Анатомических процедур» Галена. Но Фернелль был менее оригинален и недооценивал важность анатомии. Хотя он посвятил первую часть своей книги соответствующему обсуждению анатомических проблем, он явно считал, что врачи обращают слишком много внимания на анатомию и слишком мало – на врачебную практику. Современник писал:

«Я часто слышал, как он заявлял об абсурдности тяжелого труда над книгами по анатомии и изучения простых вещей, не глядя на больного человека и не отыскивая того, что древние описывали о больном. Он настаивал, что гораздо лучше, внимательно прочитав единожды, а потом еще раз какой-нибудь хорошо написанный краткий сборник по анатомии, перейти непосредственно к врачебной практике. Мол, не стоит терять время на приведение в соответствие трудов множества авторов, чьи мнения не совпадают. Сегодня, говорил он, книг по анатомии едва ли не больше, чем больных людей, а травников больше, чем трав»^[81].

Этот не слишком вразумительный призыв к эмпиризму и вниманию к нуждам больных людей никоим образом не отвлек Фернелля от следования совершенно неоригинальной концепции деятельности человеческого тела. На словах он подчеркивал необходимость различать функции тела здорового и тела больного, но не смог создать ничего нового – только представить «современную» версию Галена. В этом качестве его книга вполне приемлема для яростных галенистов медицинского факультета Парижского университета.

Новое изучение анатомии в XVI веке начали врачи-терапевты, однако оно было намного полезнее для хирургов. Хотя хирург был, как правило, менее образованным и стоял на социальной лестнице ниже, чем терапевт, последний старался держать его в курсе всех анатомических исследований, несмотря на споры, которые постоянно велись между этими двумя видами практикующих врачей. Это было особенно верно для Англии, где хирург занял уверенную позицию только в середине XVI века. Здесь вековое сражение между хирургами и цирюльниками завершилось в 1540 году созданием объединенной компании для наблюдения за хирургической практикой. Компания проверяла кандидатов в ученики (они должны были посещать среднюю школу достаточно долго, чтобы освоить азы латыни) и устраивала экзамены. Она занималась образованием существующих и перспективных хирургов, устраивая анатомические лекции, для проведения которых имели право на получение четырех тел преступников в год. Лекторами были опытные люди, со знанием дела выполнявшие свою

работу. Первый – Томас Викари (ум. в 1561 г.) опубликовал весьма достойный трактат по анатомии, второй – Джон Каюс – положил начало традиции назначения университетских выпускников. Таким образом, английские хирурги конца XVI века имели существенные преимущества – возможности, образование, респектабельность – по сравнению со своими коллегами, скажем, во Франции. Там настоящие хирурги создали колледж Святого Космы, но более активные и многочисленные цирюльники, тоже занимавшиеся хирургической практикой, были неорганизованными, и их знания существенно отличались – в зависимости от наставника, у которого они проходили обучение. Английские и французские хирурги работали в больницах, где, по сути, начинали постигать азы ремесла. Там было больше всего возможностей для наблюдения и практики. Оттуда многие хирурги попадали на войну, и поле сражения было едва ли не лучшей школой, чем больница. Из нее выходили по-настоящему выдающиеся умы.

Строго говоря, существовало четкое разделение между медициной и хирургией, хотя две профессии неизбежно частично совпадали. Считалось, что хирурги имеют дело с внешней медициной, а терапевты – с внутренней. Хирурги лечили раны и переломы, помогали при родах, выполняли ампутации и (по указанию терапевта) кровопускания^[82]. Имелось в виду, что если необходимо лекарство, хирурги должны обращаться к терапевту, однако они часто назначали медикаменты сами, утверждая, что лихорадка, вызванная раной, находится в компетенции хирурга или хирург должен сам провести очистку организма с помощью слабительного, если это необходимо перед операцией. В XVI веке была одна болезнь, которую почти всегда оставляли хирургам, частично потому, что они первыми начали ее лечить, но также в связи с тем, что ее внешними проявлениями были повреждения кожи, что, безусловно, являлось компетенцией хирурга. Речь идет о «новой болезни вооруженных сил», «французской болезни» (*lues venerea*) – сифилисе^[83]. Была она привезена из Нового Света или нет (в XVI в. считалось, что так она попала в Европу именно оттуда), болезнь стала бичом армий при осаде Неаполя в 1495 году и оттуда распространилась по всей Европе с воистину пугающей скоростью. Каждый хирург считал своим долгом написать об этой новой болезни и способах ее лечения. Рекомендовались самые разные лекарства: ртуть (ее всегда широко использовали при кожных заболеваниях) и гваяк – дерево из Южной Америки – были излюбленными средствами. Споры относительно того, какое лекарство лучше, велись яростные и непрерывные, так же как и более поздние дебаты относительно

преимуществ и недостатков травяных и химических лекарств.

Одним из ранних авторов, писавших о хирургических проблемах армии, был Джованни да Виги (1460–1525), итальянец, ставший хирургом при папе Юлии II. У Виги была неважная репутация, поскольку в своем труде «Об искусстве хирургии» (*On the Art of Surgery*) он выступил за прижигание пулевых ран, которые, по его убеждению, были отравлены свинцом пули (возможно, на него оказало влияние широкое распространение столбняка). Он также писал о перевязке артерий, необходимой при определенных условиях (эта техника была забыта со времен древности), о новых хирургических инструментах и о сифилисе, для лечения которого предлагал принимать внутрь лекарства с ртутью. Его книга с кратким анатомическим вступлением была очень скоро переведена на все главные языки и приобрела широкую известность. Главной заявкой на славу Амбруаза Паре (1510–1590) стало осуждение практики прижигания, предложенной Виги, которую он заменил мягкой повязкой. Паре после ученичества у хирурга-брадобрея и нескольких лет работы домашним хирургом в Париже принял участие в кампании 1536 года как личный хирург генерала, командовавшего инфантерией. Здесь он начал приобретать опыт и изобретать новые методы лечения. После ряда военных кампаний (и сдачи экзамена в 1541 г.) он работал хирургом при нескольких французских королях. Паре много писал о пулевых ранениях, вывихах, ампутациях (при которых он использовал перевязывание артерий), родовспоможении (для которого он установил новые процедуры и предложил новые инструменты) и ожогах. Он подробно описывал отдельные интересные случаи и активно пропагандировал свои методы, считая их лучшими во всех отношениях. Очень похожей была карьера английского хирурга Уильяма Клоуза (1544–1604), чья книга «Доказанная практика» (*A Proved Practice*, 1587, в исправленном и дополненном виде она вышла в 1596 г. под названием «Полезная и необходимая книга наблюдений») – замечательный рассказ о трудностях и достижениях современного хирурга. Клоуз писал живо и увлеченно, а практика у него была очень большая.

Книги, в которых описывались случаи хирургической практики, нельзя было назвать приятным чтением. Заживление раны – процесс длительный и болезненный. Но хирург, как правило, имел дело с нездоровьем, которое был компетентен лечить. Практика же терапевта в те времена была делом в высшей степени гнетущим: иногда он, конечно, мог диагностировать болезнь, но не располагал абсолютно ничем, чтобы

облегчить страдания больного или вылечить его, а большинство используемых им методов, судя по всему, усугубляли положение, а не улучшали. Тем не менее каждый терапевт хвастался показательными случаями излечения, и, как правило, он пользовался доверием пациентов. Им приписывались в основном слабительные и рвотные средства, а также кровопускание, причем независимо от того, известна врачу болезнь или нет. Единственным позитивным методом (с современной точки зрения) было изолирование заразных больных. Карантин появился в Средние века и применялся к чуме и проказе.

Одним из немногих трактатов, написанных в этот период по чисто медицинским (в отличие от физиологических, анатомических, хирургических или фармацевтических) вопросам, является труд гуманиста, врача и астронома Фракасторо о контагиях (*Contagion, Contagious Diseases and their Treatment*, 1546). Фракасторо был знаком с многочисленными заразными заболеваниями, старыми и новыми, от чахотки до тифа. Он классифицировал их по способу заражения и степени заразности.

«Представляется, что существует три фундаментально различных типа контагии. Первая передается только при прямом контакте. Вторая – точно так же, но в дополнение оставляет *fomes*. Такая контагия может передаваться с помощью этих *fomes*, например чесотка, чахотка, проплешины, слоновая болезнь и т. п. (здесь я называю *fomes* одежду, деревянные предметы и все такое, то есть вещи, которые сами не портятся, но сохраняют бактерии и с их помощью заражают). И наконец, есть контагия, которая передается не только прямым контактом или с помощью *fomes*, но и поражает на расстоянии. Это чума, чахотка, некоторые виды офтальмии, экзантема типа, называемого оспой, и т. д. Эти разные контагии, судя по всему, подчиняются определенному закону. Те, которые переносят контагии на расстояние, также заражают при прямом контакте и при посредстве *fomes*, те, что заражают при посредстве *fomes*, заразны и при прямом контакте, но не все передаются на расстоянии; но все заразны при прямом контакте»^[84].

Фракасторо верил в «зерна контагии», невидимые глазу частицы, которые как-то механически передаются от больного человека здоровому. Эта, по сути, атомная теория болезни при тщательном изучении подтверждается опытом, но она не стала по-настоящему полезной. Исследование Фракасторо – пример «чистой» науки. Его рассмотрение проблемы было скрупулезным, а понимание – четким, но он все равно никак не мог использовать свою теорию конструктивно и только подтвердил необходимость изоляции больного. Возможно, именно поэтому

хотя Фракасторо и был врачом, но бежал из Вероны во время чумы 1510 года и укрылся в своем поместье. Знание порождало трусость.

Продвижением вперед в определении и классификации заболеваний стало изучение профессиональных и региональных болезней. Парацельс (1493–1541) написал книгу о болезнях шахтеров (1533–1534), в которой также привел комментарии об отравлениях ртутью и мышьяком, хотя он несколько уменьшил достоинства своих наблюдений, считая все болезни, связанные с металлами, «ртутными» по своей природе. Несколькими годами позже Агрикола (1490–1555), работавший врачом в шахтерском городе, включил в свою грандиозную работу о металлах (*De Re Metallica*, 1556) короткий раздел о болезнях шахтеров. Также путешественники были особенно подвержены некоторым болезням, таким как цинга, и рисковали встретиться с совершенно новыми заболеваниями, особенно в тропиках. В 1598 году увидел свет труд по тропической медицине, названный «Лечение заболевших в отдаленных регионах» (*The Cures of the Diseased In Remote Regions: Preventing Mortalitie, incident in Forraine Attempts, of the English Nation*). Хаклюйт хотел включить его в свою книгу о путешествиях, но его разубедил Гилберт, которому он передал рукопись для одобрения. Гилберт осудил взгляды Уотсона и обещал вместо этого дать Хаклюйту лучшую и более полную работу по тропической и арктической медицине. Этого он не сделал, и это единственное, что нам известно о медицинских интересах Гилберта.

Хотя с современной точки зрения в XVI веке врач мало что мог сделать, чтобы облегчить страдания пациента и вылечить болезнь, сам он об этом не знал и верил в избранные им средства. Многие из них были традиционными, некоторые имели даже греческое происхождение, но в конце XV и начале XVI века уже начали появляться новые удивительные лекарства. Это стало возможным благодаря использованию химических препаратов, несмотря на отчаянную критику травников, считавших необходимым следовать традициям. Дебаты относительно преимуществ химических препаратов обычно концентрировались вокруг имени Парацельса, однако использование лекарств, приготовленных не из трав, предшествовало появлению этой странной мистической фигуры, идеи которого были не столько медицинскими, сколько магическими. Химические препараты в той или иной степени использовались всегда, в первую очередь наружно. Врач Чосера знал, что «золото в медицине – стимулирующее средство», и его «стимулирующая вода», улучшенная добавлением частичек золота, до сих пор существует, правда является послеобеденным напитком, а не средством от чумы.

Стимулирующая вода, она же крепкая вода – дистиллированные спиртные напитки – появилась в Англии в XIV веке первоначально как лекарство. Немецкий врач (Михаэль Пуфф вон Шрик), автор первой печатной книги по дистилляции (1478), с надеждой писал: «Любой, кто будет пить половину ложки бренди каждое утро, никогда не заболеет». Он уверял своих читателей, что бренди возродит даже умирающих^[85]. Спиртные напитки широко использовались во время эпидемий. Их изготавливали из разных веществ. Кулыт всевозможных эликсиров и эссенций пришелся на XV век. Это видно из книг хирурга

XV века Иеронима Бруншвига (1450–1512): «Малая книга по дистилляции» (*Liber de Arte Distillandi de Simplicibus*, 1500) и Большая книга по дистилляции (*Liber de Arte Distillandi de Compositis*, 1512), которые стали первыми в большой серии изданий по дистилляции^[86]. Бруншви́г описывает, как получить экстракт вещества, размачивая его в воде, спирте или вине, а потом подвергая дистилляции, и как получить неигристый напиток. Поскольку его книги были переведены на многие языки, искусство быстро распространилось по всей Европе. Оно было известно еще до 1500 года, по крайней мере в Страсбурге, потому что Бруншви́г описывал практику хирургов и терапевтов, которых знал.

Хотя официальная фармакопея, изданная в Аугсбурге в 1564 году, включала химические средства только для наружного применения, на самом деле многие вещества, не имеющие никакого отношения к травам, в это время уже широко использовались. В начале 1514 года Джованни да Виго советовал принимать ртуть внутрь для лечения сифилиса и утверждал, что таким образом можно добиться полного излечения. Имелись все основания не следовать совету Виго: было известно, что пары ртути ядовиты, а значит, жидкая ртуть могла быть ядовитой тоже. На самом деле жидкая ртуть не ядовита, но при приеме внутрь существенных доз она вызывает неприятные симптомы, в том числе сильное слюноотделение. А дозы предлагалось использовать внушительные. Утверждали, что некоторые хирурги назначали так много ртути, что кости пациентов наполнялись ртутью вместо костного мозга. К тому же она была дорогая. Неудивительно, что многие пациенты предпочитали гваяк – священное дерево из Нового Света, считая, что лекарство от болезни, привезенной из Нового Света, тоже должно быть оттуда. Известен ряд подтвержденных случаев излечения. Но поскольку гваяк не имеет абсолютно никакой медицинской ценности, излечение было мнимым или первоначальный диагноз – сифилис – ошибочным. Правда, и неудачи тоже

были зафиксированы. Страх перед неправильным использованием ртути заставил сенат Аугсбурга в 1582 году предупредить аптекарей «не изготавливать вещества, о которых известно, что они вредны или ядовиты, такие как... Turpethum minerale и другие средства, содержащие ртуть»^[87].

Парацельс охотно вступил в дебаты относительно применения ртути и гваякового дерева. Он предпочитал ртуть. Он всегда выступал за новшества против укоренившихся традиций и, кроме того, верил в принцип гомеопатии: серьезную болезнь надо лечить серьезными средствами. Он также с готовностью принял использование сурьмы. Это рвотное средство, в нем содержались разные соединения, включая сурьму (хотя рвотный камень – более позднее изобретение). Самый простой и распространенный метод заключался в следующем: наполнить чашу, сделанную из сурьмы, вином, дать ей постоять ночь и утром выпить. Вместе с чистой сурьмой^[88] и ртутью использовались их соединения, обычно приготовленные воздействием минеральных кислот (открытых в XV в.). Они имели такие названия, как, например, *Mercurius vitae* (соединение сурьмы, в котором не было ни капли ртути). Бальзам или экстракт сурьмы и жидкая ртуть, минеральные кислоты, особенно купоросное масло (серная кислота) также использовались Парацельсом в медицине. Поскольку его пациенты, вероятно, все же выживали, он, видимо, прописывал их в виде металлических солей. Самое известное из средств Парацельса – лауданум, который и он и его последователи считали чудесным исцеляющим веществом. Может показаться странным, но это была мягкая травяная смесь, аналогичная препаратам, известным Галену, не содержащая опиума. Только позднее последователи Парацельса стали готовить лауданум с опиумом.

Возможно, агрессивная природа новых химических средств была уместной в век, когда мир сотрясали не только войны и религиозные противоречия, но и страшные эпидемии – сифилис, тиф. Век был готов принять новое, хотя, может быть, причиной тому было только отчаяние перед постоянно возвращающимися болезнями. Использование новых препаратов распространялось очень быстро, и лишь частично под эгидой мистической медицинской теории Парацельса. Несмотря на официальные ограничения, химические лекарственные препараты пользовались большим спросом и у пациентов, и у медиков. Так называемые иатрохимики (медицинские химики) обычно считаются последователями Парацельса, хотя большинство из них были весьма равнодушными его сторонниками, принимая идею химической медицины, но отвергая его

медицинский мистицизм. Один из самых преданных его сторонников – Жозеф дю Чесне, известный под именем Кверкетан (Quercetanus), в 1575 году с большой осторожностью писал:

«Что касается Парацельса, я не беру защиту его божественности и никогда не думал соглашаться с ним по всем вопросам, так, словно являюсь слепым приверженцем его доктрины. Но я беру на себя смелость утверждать, что он учит многим вещам воистину божественно, и никакая благодарность не будет достаточной»^[89].

Больше всего дю Чесне ценил у Парацельса использование им металлов и солей в качестве лекарств. Об этом он написал в своем полемическом очерке «Об истине герметической медицины против Гиппократов в древних» (On the Truth of the Hermetic Medicine against Hippocrates and the Ancients, 1603). Это панегирик химическим лекарствам. Другой последователь Парацельса Овальд Кролл (1580–1609), профессор медицины в университете Марбурга, в своей «Королевской химии» (Basilica Chymica, 1608) энергично проповедовал химический подход к медицине, заявив, что «без этого медицина безжизненна»^[90]. Его труд был очень популярным, особенно после того, как в нем стали печатать полезные советы по использованию химических препаратов, которые добавил другой медик из Марбурга – Йоганн Хартман.

Одним из самых странных трудов по этому вопросу была (The Triumphal Chariot of Antimony), написанная Василием Валентином (Basil Valentine), предположительно бенедиктинским монахом XV века, а вероятнее всего – немецким издателем Йоганном Тёльде. Книга была опубликована на немецком языке в 1604 году, а потом на латыни, французском и английском. Текст, как и предполагает название, изложен в обманчиво старомодном алхимическом стиле. На самом деле это глубокое исследование химических и медицинских средств и страстная защита их использования в медицине. Автор дает рецепты приготовления и использования целого ядра препаратов на основе сурьмы; он признает, что почти все химические препараты являются смертельными ядами, но утверждает, что после приготовления лекарства химиками ядовитые свойства ликвидируются. Кроме того, происхождение медицинских препаратов от яда дает им возможность действовать как антидоты для всех ядовитых заболеваний по своей природе^[91]. «Триумфальная колесница сурьмы» имела большое влияние на принятие содержащих сурьму препаратов в медицине и на химическое исследование металлов.

В конце века, как и в его начале, существовала новая медицина и

старая. Новая медицина теперь отличалась положительной оценкой не анатомии, а химии. Старомодный врач защищал «галеники» (травяные сборы), а новый врач – «спагирики» (химические препараты) и выступал против галенистов. Некоторые умеренные специалисты пытались совместить две точки зрения. Немец Даниил Зеннерт (1572–1637) стремился показать, что любая возможная научная позиция совместима в медицине – это отражено в заглавии его самой известной книги «О согласии и несогласии химиков с Аристотелем и Галеном» (*De Chymicorum cum Aristotelicis Galenicis Consensu ac Dissensu*, 1619). Но споры не утихали, и консервативные силы если и сдавали постепенно свои позиции, то очень медленно. Французский король мог издавать указы, запрещающие использование сурьмы, но она так широко распространилась в Париже, что очень скоро соответствующий эдикт был отменен. Английский колледж врачей был среди самых консервативных сил, и уже в 1665 году группа лондонских врачей «Общество химических врачей» в противовес основному ученому сообществу утверждала, что только сильный и агрессивный химический препарат мог справиться с великой чумой. Любопытный факт: ни одно известное имя не появилось в списке нового общества.

Химические лекарства имели сомнительное влияние на медицину, зато они благоприятно повлияли на химическую практику. Нужда в новых лекарствах росла, а значит, и необходимость в рецептах их изготовления. Аптекарям нужны были инструкции, а для этого был необходим новый тип химика. Появились учителя химии и учебники. Одним из первых авторов курса лекций для аптекарей стал француз Жан Бегин (1550–1620), который в 1610 году опубликовал учебное пособие «Химия для начинающих» (*Tugosinium Chymicum*). Бегин писал на латыни, но учебник скоро был переведен на другие языки и оставался чрезвычайно популярным до конца века. Бегин хотел научить своих учеников «искусству растворения смешанных тел и сгущению их, когда они растворены, и превращению их в целительные, безопасные и благодарные лекарства». Для этого он написал книгу инструкций – простых, точных и подробных. Для алхимической скрытности в трудах новых учителей химии не было места. Новая фармация очень скоро получила официальное одобрение: во Франции в 1626 году королевским указом была учреждена должность химика при королевских ботанических садах – *Jardin de Roi*. В результате появилось много полезных учебных пособий. На медицинских факультетах некоторых германских университетов уже начали изучать химию, вскоре эта

инициатива распространилась и на другие университеты. Какие бы опасения ни испытывали консервативные врачи, без химических медикаментов уже нельзя было обойтись. Это была революция в медицинской практике, но только революция рациональная, а не мистическая, к которой призывал Парацельс. Иатрохимия одержала победу, но химическая медицина Парацельса оказалась даже менее приемлемой, чем раньше. Она вошла в металлургию и пиротехнику как практическое ремесло.

Глава 6

Плененный магией

Наук, опирающихся скорее на фантазию и веру, чем на разум и доказательства, насчитывается всего три: это астрология, естественная магия и алхимия. Причем цели этих наук отнюдь не являются неблагородными^[92].

Для простого обывателя ученый всегда представлялся чем-то вроде колдуна, способного заглянуть в тайны природы глубже, чем другие люди, и потому его способны понять только посвященные. Линия, отделяющая Коперника и Везалия – один расставлял в небесах звезды и планеты, другой проникал в самые сокровенные тайны человеческого тела – от Фауста, продавшего душу дьяволу ради знания, которое есть сила, в XVI веке была очень тонкой. Врач, алхимик, профессор – все они носили длинные мантии, так же как и ученые и маги – попробуй разбери. И когда так много нового в науке находилось на границах знаний и касалось невообразимых проблем – организации, структуры и гармонии природы, ученые само не всегда могли точно определить, где заканчивается натурфилософия и начинается мистическая наука. Если же проблемы не поддавались решению традиционными методами, они испытывали большое искушение воскликнуть вместе с Фаустом^[93]:

Постыли мне обманы философий,
Для мелких душ – и знахарство, и право,
А низменной всех трех их – богословье,
Ничтожное, суровое, тупое.
Лишь магия одна меня пленяет.

Перевод Н.Н. Амосовой

Сложность заключалась не в том, что не существовало разницы между натурфилософией и мистической наукой. Просто люди видели, что каждая рациональная наука имела магического, оккультного или сверхъестественного двойника. Прикладная астрономия могла быть

навигацией или астрологией, прикладная химия – металлургией или поисками философского камня. Но в то же время даже самые страстные деятели мистических отраслей знали, что их форма науки не столь уважаема в интеллектуальном и моральном отношении, как более нормальные формы. Астрологам платили лучше, чем изготовителям навигационных инструментов. Но в XVI веке даже люди, не имеющие отношения к науке, знали, что астрологи, как и маги, имели дело с вещами запретными, хотя и далеко не все они – разве только немногие – действительно заключили сделку с дьяволом.

Этот аспект мистических наук даже придавал им некие чары, поскольку запретные познания были почти наверняка более волнующими и важными, чем обычные допустимые знания. Астрология в XVI веке действительно процветала, так же как алхимия, естественная магия (оккультная форма пока еще не изобретенной экспериментальной физики) и даже спиритизм. Как и позднее – в XIX веке, – натурфилософа привлекало это последнее – самое оккультное из всех магических искусств. Однако Джон Ди, нанимая медиума, чтобы тот смотрел в хрустальный шар, не стал от этого менее просвещенным прикладным математиком, чем сэр Оливер Лодж, который тремя веками позже не свел на нет свой вклад в физику приверженностью к спиритическим сеансам и столовращению, то есть, по сути, к тому же. В каждом случае было важно, чтобы ученый хорошо понимал разницу между двумя областями интересов. В каждом из упомянутых случаев ученый принимал мистицизм как путь только к тем знаниям, которые недоступны обычным методам исследования. Область, в которой в XVI веке могла применяться – и применялась – магия, была очень велика. Просто удивительно, как из беспорядочной неразберихи мистической мысли и практики XVI века удалось выделить зерна научно значимых проблем, оставив лишь сухие плевелы предрассудков.

Нападки на астрологию гуманистов XV века, таких как Пико делла Мирандола, были особенно привлекательными для литераторов, уже развивающих холодный рациональный скептицизм, столь характерный для Монтеня. Они имели намного меньше влияния на астрономов. И хотя в начале XVI века не было мучительных переоценок, астрология уже заметно перешла к обороне, и такое положение сохранилось до конца века. Общество, продолжавшее более щедро оплачивать труд астрологов, чем астрономов, все чаще выражало недовольство «математиками», погруженными в оккультную мудрость звезд. А составление личных гороскопов, в отличие от общих предсказаний, было запрещено законом,

хотя и продолжалось. Очень уж выгодным было занятие, особенно применительно к медицине. Ведь любой врач и любой пациент пойдет на все, чтобы получить точный прогноз на будущее.

Многие люди пришли в астрономию благодаря медицине. Жан Фернель, врач по образованию, оставил на несколько лет профессию, потому что астрология показалась ему интереснее. Как объяснил биограф XVI века, размышления о звездах и небесных телах так зачаровывают людей, что, однажды околдованные ими, мы попадаем в долгое и восхитительное рабство^[94].

Фернель истратил и свое состояние, и состояние жены на создание «математических» (то есть астрологических) инструментов и прекратил это занятие, только подчиняясь требованию тестя и необходимости зарабатывать себе на жизнь. Это было примерно в 1537 году, когда парижский медицинский факультет строго претворял в жизнь эдикт против занятий астрологией. Годом позже парижский парламент по требованию факультета осудил Михаэля (Мигеля, Михаила) Сервета (1509–1553), тогда бывшего учеником Гюнтера Андернаха, а позднее ставшего известным радикальным теологом благодаря публичным лекциям по астрологии. Слушания дела затянулись; Сервету удалось предотвратить более строгое наказание поспешной публикацией трактата об астрологии, осудившего Пико и других, но защитившего астрологию на том основании, что ее принимали Платон и Гален. Итальянский врач и математик Кардан (Кардано) (1501–1576) примерно в это же время активно занимался астрологией, составлял гороскопы себе, своим пациентам и даже, как говорили, Иисусу Христу. Возможно, пациентам это нравилось, но коллеги считали такую практику более чем сомнительной – почти должностным преступлением.

Профессиональные астрономы относились к астрономии как к чему-то само собой разумеющемуся. Несомненно, большинство из них было согласно с общераспространенным мнением, заключавшимся в том, что астрология – законное применение астрономических знаний, а также отличный способ заработать себе на жизнь. Они старались избегать составления обычных личных гороскопов, предпочитая общие предсказания и вычисления, хотя все при случае занимались личными гороскопами для важных персон, чье благосостояние могло повлиять на положение народов. Так, Региомонтан создал свои «Эфемериды» – астрологический альманах, который позволял другим составлять гороскопы, а также получать информацию о таких важных явлениях, как

затмения и соединения планет. Были такие предназначенные для широкого круга читателей труды, как «Вечное предсказание» (A Prognostication Everlasting) английского математика Леонарда Диггеса, из которого грамотный человек мог получить полезные предсказания. Каждое затмение и каждая комета вызывали всплеск «литературных однодневок», в которых утверждалось, что эти события в небесах предвещают голод и чуму. Эта вездесущая троица всегда производила впечатление. (Астроном Кеплер в своей первой астрологической попытке предсказал на 1595 год голод, крестьянское восстание и войну с турками – все три события произошли.) Даже Галилей составлял гороскопы для своего покровителя – великого герцога Тосканского.

Величайший астроном XVI века Тихо Браге начал свою астрономическую карьеру с интереса к астрологии, и он никогда не прекращал ею заниматься и не отказался от убеждения, что астрология – это прикладная астрономия. Новая звезда 1572 года дала ему отличную возможность для новых предсказаний, которой он не преминул воспользоваться. Поскольку, как он думал, это был только второй случай появления новой звезды в мировой истории, ему не мешали прецеденты, и он мог дать радостный прогноз. Nova, решил он после несколько лет размышлений, означала начало нового века, поскольку ее появление последовало через девять лет после соединения Сатурна и Юпитера, было усилено пять лет спустя появлением кометы, и предсказывала будущее для всего мира – потому что она находилась в восьмой сфере. Новый век будет временем мира и изобилия, он начнется в России в 1632 году, через шестьдесят лет после появления новой звезды, и оттуда распространится по всему миру. Предприимчивый лондонский издатель опубликовал английскую версию в 1632 году (под названием *Learned Tico Brahe His Astronomicall Coniunctur of the New and Much Admired Star Which Appeared in the Year 1572*), причем его вовсе не смущал тот факт, что первоначальный астрономический прогноз Тихо Браге был явно неверным. Но как Тихо Браге написал раньше, «вопросы прогнозов основаны только на вероятностях». Позднее он добавил: «Вряд ли возможно отыскать в этой области совершенно точную теорию, которая приблизится к математической и астрономической правде»^[95]. Тем не менее попробовать стоило, поскольку «мы не должны думать, что Бог и Природа насмеются над нами, создавая такие новые тела, которые ничего не предсказывают миру»^[96].

«После того как мне удалось достичь более точного знания орбит

небесных тел, я стал время от времени снова заниматься астрологией и пришел к выводу, что эта наука, хотя ее считают никчемной и бессмысленной не только несведущие люди, но и большинство ученых мужей, в том числе даже несколько астрономов, в действительности более надежна, чем можно было бы думать. И это правда не только в отношении метеорологических влияний и прогнозов погоды, но и касательно гороскопов, если время указано правильно и пути звезд, а также их вход в определенные части неба соответствуют реальной картине, а направления их движения и вращений рассчитаны правильно».

Но даже если Тихо Браге считал свою астрологическую методику правильной, он не обнародовал ее. «Не всем дано знать, как ее использовать, без суеверий и чрезмерной уверенности, которую не стоит показывать по отношению к сотворенным вещам»^[97].

Тенденция хранить эзотерические знания в тайне, потому что их можно доверить только посвященным, является главной причиной того, что магические науки были мало известны. Люди, их практиковавшие, писали длинные и страстные оправдания, но не раскрывали своих методов. Астрология была для мистической науки сравнительно открытой, а алхимия, наоборот, самой закрытой. Тихо Браге, занимавшийся не только астрологией, но и алхимией, утверждал, что не всем можно доверить знания, обладающие столь большой силой. Он объяснял:

«Немало внимания я уделял и алхимическим исследованиям или химическим опытам...Участвующие в превращениях вещества обладают известным сходством с небесными телами и оказываемыми ими влияниями, по каковой причине я обычно называю эту науку земной астрономией. Я занимался алхимией, как и исследованием небес с тех пор, как мне исполнилось 23 года, пытаясь собрать знания и переработать их. Ценой упорного труда и немалых затрат мне удалось совершить множество открытий относительно металлов и минералов, драгоценных камней, растений и тому подобных веществ. Я охотно и не таясь обсудил бы все эти вопросы с принцами и вельможами и другими знаменитыми и учеными людьми, кто интересуется этим предметом и сведущ в нем, и поделился бы с ними сведениями, если бы был уверен в их добрых намерениях и умении хранить тайну, ибо делать такого рода сведения всеобщим достоянием было бы бесполезно и неразумно – хотя многие люди делают вид, будто разбираются в алхимии, не каждому дано постичь ее тайны в соответствии с требованиями природы, честно и с пользой»^[98].

Большинство алхимиков разделяло надменную уверенность Тихо

Браге, что только настоящий алхимик может решить, кого посвятить в «тонкое искусство святой алхимии», и что доверять можно только посвященным. Им определенно удалось сохранить свою деятельность в тайне. Лишь немногие люди, не являющиеся алхимиками, способны понять их труды или по крайней мере сделать вид, что понимают.

К XV веку алхимия – относительный новичок в Европе, но уже твердо обосновалась, и большинство дилетантов успели прийти к выводу, что все алхимики – обманщики. Тем не менее многие алхимики разделяли убеждение Тихо Браге в том, что тяжкий труд в алхимической лаборатории может привести к более высокому результату, чем получение золота. Характерный пример – Гимн алхимии (Ordinall of Alchimy, 1477) Томаса Нортон из Бристоля – весьма посредственные стихи, исполненные наивного очарования. Нортон преследовал высшие цели, но его алхимия – наука, следующая заветам христианства: только честный и чистый может достичь успеха в работе, и только благочестивый ученик может научиться чему-то у не менее благочестивого наставника.

Полна великих чудес
Священная алхимия,
Изумительная наука, тайна философии,
Единственная милость и дар Всевышнего,
Который никогда не создавался трудом человека,
А начался учением или откровением,
Его нельзя продать или купить за деньги
Человеку, который этого захочет,
Можно лишь получить способному человеку
в знак милости^[99].

Нортон описал собственное ученичество и перечислил некоторые технические процессы, такие как градусы нагрева и иерархия цветов. Хотя он старался писать ясно и просто, чтобы его поняли все, и хотя его мистицизм был сравнительно простым, из его трудов невозможно получить существенную информацию об алхимических процессах. Большинство химических трактатов такие же: они подробно описывают такие процессы, как кальцинирование, возгонка, дистилляция, весьма неопределенно и расплывчато – рецепты пронизаны символами и непонятны.

К 1500 году в алхимию добавилось еще больше мистицизма ввиду

появившейся конкуренции со стороны технических химических процессов. Они ясно и подробно описывались во множестве книг, увидевших свет в XVI веке, для полноты картины снабженных наглядными иллюстрациями и изложенных простым и понятным языком. Они были посвящены разным аспектам химии. Это и книги Бруншвига о дистилляции (1500, 1512), и немецкие *Bergbüchlein*, *Probierbüchlein*, и латинский трактат Агриколы *De Re Metallica* (1556) о горных разработках и химическом анализе, и итальянский трактат Бирингуччо о металлах и минералах (*Pirotechnia*, 1540). Это и трактат Нери о стекле (*Art of Glass*, 1612). Все они являлись более информативными и поучительными, чем любой алхимический трактат, и представляли алхимиков еще более тайной, непонятной и оккультной. Эти авторы презирали алхимию. Бирингуччо писал:

«Чем больше я разбираюсь в их искусстве, столь высоко превозносимом и желанном людьми, тем больше оно кажется мне тщетным, фантастическим и недостижимым, если, конечно, кто-то не найдет какой-нибудь ангельский дух в качестве покровителя или сам не приобретет некие божественные черты. Учитывая неясность его начал, а также бесконечность процессов и согласованность, необходимые для достижения завершенности, я не понимаю, как разумный человек может верить, что алхимики могут сделать все то, что говорят и обещают»^[100].

Бирингуччо различал два вида алхимии. Один «черпает просвещение из слов мудрых философов... Это они называют священной алхимией и утверждают, что, занимаясь ею, они всего лишь подражают и помогают природе». Это лучший вид алхимии, более захватывающий. Это «на самом деле хитроумная вещь, настолько привлекательная для студентов, изучающих естественные науки, что они не могут отказаться и тратят на нее все свое время, труд и деньги». Здесь постоянно создается что-то новое, получаются полезные результаты для медицины, краски для живописи, ароматы. Пусть эта наука не вполне определенная и несколько сомнительная, но все же ее можно терпеть. Но есть и другой вид алхимии, ее «сестра или незаконная дочь». Этот вид настолько порочен, что «им занимаются только преступники и обманщики... Он основан только на внешних проявлениях, предназначен для показа. при этом он обладает определенной силой и способен обмануть и разум, и глаз. Он содержит только порок, обман, страх и дурную славу»^[101]. Над этим порочным видом алхимии разумные люди могут только посмеяться. Им занимались алхимики из некоторых иронических литературных произведений, таких как «Рассказ слуги

каноника» Д. Чосера (конец XIV в.) и «Алхимик» Б. Джонсона (начало XVII в.). Впрочем, во все времена мало кто верил, что алхимик способен получить настоящее золото.

В конце XVI века было несколько громких заявлений о том, что превращение в самом деле произошло. В каком-то смысле эти люди действительно научились делать золото – все они получали значительные суммы денег от легковверных богатых покровителей, по крайней мере какое-то время. (Верили сами алхимики или нет в то, что говорили, сказать трудно.) Эдвард Келли, которого Джонсон называет по имени, определенно был мошенником в алхимии, как и в гадании посредством магического кристалла, которое заставило Джона Ди проехать за ним пол-Европы. Жульничество Келли оказалось слишком очевидным даже для доверчивого императора Рудольфа, и Келли окончил свою жизнь, бегая из пражских тюрем. Еще более сомнительная фигура – шотландец Александр Сетон по прозвищу Космополит (ум. в 1604 г.). Утверждали, что он творил чудеса превращения металлов в золото, путешествуя в 1602 году по Голландии. Проехав всю Германию, где он имел большой успех, превращая обычное железо с помощью таинственного красного (или, может быть, желтого) порошка, он наконец прибыл к саксонскому двору, который его признал. Его слава, вероятно, оказалась слишком большой, потому что саксонский герцог пожелал узнать секрет изготовления порошка и, когда Сетон отказался его раскрыть, приказал бросить его в тюрьму и пытать. Александра спас коллега – польский алхимик Михаил Сендивогий. Сетон вскоре после освобождения умер, передав остатки порошка Сендивогию, но секрет его приготовления унес с собой в могилу. И Сетон, и Сендивогий были убеждены в реальности превращений, но вместе с тем они имели некоторое представление о теоретической химии. Сетон первым заговорил о теории присутствия азотистых частиц в воздухе, которые играют важнейшую роль в процессе окисления (горения). Идеи Сетона и Сендивогия (разделить их невозможно) были изложены в очень популярном труде «Новый свет химии» (*Novum Lumen Chymicum*, 1604) – кто из них его написал, в точности неизвестно. Книга – неплохой пример новой теоретической алхимии, которая развилась в начале XVII века. В ней было больше сведений о химии, чем в ранних работах, но она все-таки осталась неопределенной и наполовину мистической.

Самая известная и загадочная фигура в алхимии XVI века – это Парацельс (1493–1541). Он обладал особой притягательностью для своих современников и, как правило, очаровывал новых знакомых. Многие изучали его огромное собрание сочинений, утверждая, что его труды

имеют важное философское и научное значение. Его называли первым систематизатором химии, великим натуралистом и великим мистическим философом. Но были и те, кто отвергал его заслуги, находил его труды неопределенными, проникнутыми суевериями и не имеющими никакой научной ценности. Все связанное с ним так сложно и неоднозначно, что любое толкование является оправданным. Даже его имя окутано покровом тайны. К концу жизни он именовался Филипп Аврелий Теофраст Бомбаст фон Гогенхайм Парацельс. Хотя в начале обходился совсем коротким именем – Бомбаст фон Гогенхайм. С родителями тоже не все ясно. Отец – Вильгельм фон Гогенхайм, очевидно, был незаконнорожденным сыном германского аристократа, имя которого носил, а мать, вероятнее всего, была крестьянкой. Он вырос в маленькой швейцарской шахтерской деревеньке и почти всегда писал на местном диалекте с добавлением большого количества латинских терминов. Судя по всему, он получил неплохое образование в традиционных науках, но изучал ли он медицину – неизвестно. Вся его жизнь прошла в скитаниях. Когда он решал осесть, его активные действия и суеверия вызвали не менее активную оппозицию. Так, когда он на студенческом празднике в Базеле в 1527 году сжег на костре книги Авиценны и Галена, ему пришлось уехать. Как и философ Джордано Бруно, он одинаково легко привлекал учеников и отталкивал коллег.

Парацельс писал много и не всегда последовательно, причем по самым разным предметам. Будучи представителем Ренессанса, он в полной мере разделял всеобщую страсть к новшествам и универсальности, сочетал иконоборчество и призыв к «опыту», в первую очередь мистическому. Он был против разума, поскольку он был против магии, а магия была для него лучшим ключом к опыту.

Магия способна проникнуть в глубь вещей, недоступных человеческому разуму, ибо магия есть великая тайная мудрость подобно тому, как разум есть великое всеобщее заблуждение. Поэтому докторам теологии было бы желательно знать что-то о магии, понимать, что это такое, и перестать несправедливо и безосновательно называть ее колдовством ^[102].

Его отношение к алхимии было неоднозначным. Он определенно верил, что алхимик должен больше заниматься приготовлением лекарств, чем трансмутациями, – частично потому, что знал о сомнительной репутации алхимиков, – но в то же время настаивал на том, что алхимия адекватно объясняет свойства всех четырех стихий, то есть всего космоса,

и является введением в искусство их превращений^[103].

И алхимией, и медициной, по его мнению, управляли *археус* и *вулкан*, причем они оба ассоциировались с тайнами. *Археус* и *вулкан* влияли на все медицинские и химические операции. Они действовали вместе, но поодиночке, и *археус* – это внутренний *вулкан*. В труде *Labyrinth of Errant Physicians* он писал:

«Ничто не делается полностью, то есть ничто не делается в форме окончательного вещества. Сначала это первичное вещество, и впоследствии в дело вступает вулкан и превращает его в окончательное вещество посредством алхимии. *Археус* – внутренний *вулкан* действует таким же образом, потому что знает, что делать... как и само искусство [алхимия] занимается сублимацией, дистилляцией, плавкой и т. д. Все эти искусства есть в людях, как и во внешней алхимии, которая есть их выражение. *Вулкан* и *археус* разделяют друг друга. Алхимия завершает то, что не дошло до конца, извлекает свинец из руды и доводит полученное вещество до состояния свинца. Вот задача алхимии. Поэтому есть алхимики металлов, а также алхимики, работающие с минералами, которые делают сурьму из сурьмы, серу из серы, купорос из купороса, превращают соль в соль. Научись признавать, что такое алхимия, что только она проводит нечистое через огонь и делает его чистым»^[104].

Это может означать, что Парацельс относился к алхимии как к практической металлургии, но, вероятнее всего, принимая во внимание его остальные труды, он никогда четко не понимал природу технических процессов.

И уж точно не понимал, что происходит, когда металл извлекается из руды химическим способом.

Его самый важный чисто химический труд «Архидокс» (*Archidoxis*) написан в 1525 году, напечатан посмертно в 1569 году. Даже здесь микрокосм, человек, всегда рассматривается в связи с тайнами макрокосма. На Парацельса большое влияние произвели работы по дистилляции конца XV века, сочетающие использование техники с алхимической теорией элементов. Результатом стало убеждение: чтобы добыть квинтэссенцию, необходимо разделить элементы огнем. Он считал, что все вещи должны пройти через огонь, чтобы приобрести качества, полезные человеку. При этом Парацельс ошибочно смешивал понятия элементов (стихий) Аристотеля – земля, воздух, огонь и вода – и три химических элемента – соль (прочность), сера (негорючесть, пластичность, желтизна) и ртуть (текучесть, плотность и металлическая

природа). По его мнению, металлы особо важны тем, что от них с легкостью могут отделяться элементы. Описываемые им процессы – одни понятные, другие нет – обычно касаются металлургической подготовки и попытки алхимии добыть совершенный металл очень странным образом и для непонятных целей. Вероятно, Парацельс описывал процессы, которые знал, но не изобрел новых. Он не сделал ни одного химического открытия.

Его настоящее достижение заключается в том, что он побуждал своих учеников произвести модификацию современной алхимии, заменив средневековый символизм символизмом Ренессанса, а традиционный интерес алхимии к металлам – новым медицинским интересом. Алхимики Парацельса считали алхимию ключом к медицине или через приготовление лекарств, или через химическую интерпретацию физиологии (поскольку химия *археуса* уже была жизнеспособна, это было сделать проще). Сохранился большой интерес к химическим реакциям металлов и процессам, направленным на разделение элементов. Они затрагивали превращение металлов из естественных форм путем кальцинирования и воздействия огня в «пассивные» формы, в которых на них легче влиять *археусу*.

О такой алхимии много говорили, но сам Парацельс вряд ли ею занимался – только его последователи. Одна из самых интересных и влиятельных таких работ «Триумфальная колесница сурьмы» Василия Валентина. Ее цель понять трудно, но зато она содержит много информации о сурьме и ее соединениях, а также описание новых процессов. В ней много алхимического символизма, зато нет хвастливого мистицизма Парацельса, и большая часть книги посвящена именно химии. Даже описание элементов четче и яснее, чем у Парацельса.

«Меркурий – внутренне и внешне чистый огонь, поэтому никакой огонь не может его уничтожить, никакой огонь не может изменить его сущности. Он улетает от огня и превращается духовно в негорючее масло; но, когда он однажды обрел постоянство, хитрость человеческая не может опять превратить его в пар»^[105].

Получение металлов считается естественным процессом.

«Первый принцип – обычный пар, извлекаемый из земли через небесные планеты, разделенный звездной дистилляцией макрокосма. Это звездное распространение, опускающееся свыше на вещи, которые внизу... так действует, чтобы дать им – духовным и невидимым способом – прочность и силу. Этот пар впоследствии превращается в земле в своего рода жидкость, и из этой минеральной жидкости получают металлы и

потом усовершенствуются»^[106].

Несмотря на космическое начало, эти слова близки по духу тем авторам, которые писали о добыче и плавке металлов, чем алхимикам, грезившим об их трансмутации. Большая часть «Триумфальной колесницы сурьмы» посвящена описанию получения ее сложных структур, причем все узнаваемые. Оказалось, что Агсапш – всего лишь аммиачная соль (хлорид аммония), дистиллированная с помощью серной кислоты и винного спирта, а первоначальная сурьма была признана непригодной во время первой «операции». Конечный результат, возможно, эфир. (Это первая запись о его изготовлении.) «Звезда» сурьмы делалась расплавлением королька сурьмы (металла). Потом его медленно охлаждали в присутствии железа для образования характерной кристаллической структуры. По общему мнению, это явление должно было означать, что алхимики идут верной дорогой к открытиям. Их методы широко обсуждались на протяжении всего XVII века. Как затейливо выразился автор «Триумфальной колесницы», сурьма – это минерал, созданный из земных испарений, преобразованных в воду, а ее звездное изменение – истинная звезда сурьмы^[107]. Все операции, подобные описанным здесь, требуют использования большого количества минеральных кислот, которые впервые стали важным реагентом в химической практике.

Внедрение алхимии в медицину было вовсе не таким странным, как казалось, потому что медицина также была в какой-то мере оккультной наукой. Астрологические предсказания играли существенную роль в прогнозах, так же как магия играла роль в терапевтической практике. Фернель в трактате «О скрытых причинах вещей» счел необходимым объяснить, что «...никакая магия не может создать настоящую вещь, как она есть; она может создать только подобие или призрак вещи, которые обманывает разум как трюк фокусника. Поэтому магия не лечит. Она не может быть надежной и безопасной, а всегда непостоянна и опасна. Я видел, как был ликвидирован за одну ночь разлив желчи, для чего потребовался лишь клочок бумаги, подвешенный на шею. Но болезнь вскоре вернулась, и в более тяжелой форме. Излечение – обычная фикция»^[108].

Несмотря на свой (впрочем, весьма умеренный) скептицизм в отношении методов своих коллег-практиков, Фернелю не приходило в голову, что многие компоненты лекарств, которые он назначает пациентам, – толченый череп или порошок магнетита, а также многое

другое – тоже магические. Парацельс не превзошел в мистике своих современников, когда писал, что изумруд – прозрачный зеленый камень. Он полезен для зрения и памяти, защищает целомудрие, и, если оно будет осквернено тем, кто его носит, сам камень не останется совершенным^[109].

Большинство авторов XVI века были с ним согласны. Но принятие Парацельсом доктрины подписей – теории, что на каждом природном объекте имеется некий знак его полезности для человека, было намного более искренним, чем у большинства врачей. Он писал:

«Посмотрите на корень сатириона, разве он не похож на интимный орган мужчины? Соответственно, магия может восстановить мужественность и страсть мужчины. Есть еще чертополох. Разве его листья не колются, как иголки? Благодаря этому знаку магия открыла, что нет лучшего лекарства против внутренней колющей боли. Корень *Siegwurz* завернут в оболочку, как в броню. Это магический знак того, что он дает защиту против оружия. А *Syderica* похожа на змею, а значит, защищает от яда»^[110].

Таким образом, Парацельс в своей теории отдавал преимущества практике. Все перечисленные травы продолжали использоваться и в XVII веке и даже позже (в народной медицине), хотя только немногие знали, какова была магическая причина этому.

Томас Нортон, объяснив, что слово «алхимия» произошло от имени короля Алхимуса, благородного «клерка», который очень много трудился, добавил, что «тем же самым занимался и король Гермес, создавший труд по астрологии, медицине, алхимии и естественной магии, причем последняя занимала главное место»^[111].

Из всех мистических и оккультных наук естественная магия в конечном счете была самой эффективной. Внешне естественная магия была для натурфилософии тем же, что астрология для астрономии, но на самом деле она имела дело с проблемами, с которыми натурфилософия не справилась. Кроме того, это было намного более эмпирическое искусство, чем астрология или даже алхимия. Авторы XVI века, увлекавшиеся оккультизмом, пытались представить магию как ключи к природе. Они считали, что слово «маг» пришло из Персии, где якобы означало «умный человек или философ, так что магия включала в себя и естественную магию, и математику»^[112]. И естественная магия якобы соответствовала их точке зрения. Немецкий автор Агриппа фон Неттесгейм (1486–1534), автор «О недостоверности и тщеславии всех искусств и наук» (*The Vanity of Arts and Sciences*, 1530), а также многочисленных книг по оккультизму, считал

«естественную магию... главной силой всех естественных наук; которую поэтому называют вершиной и совершенством натурфилософии, и она на самом деле есть активная ее часть, выполняющая с помощью естественных сил и способностей через их взаимное и подходящее применение те вещи, которые недоступны человеческому разуму»^[113].

Таким образом, по Агриппе, естественная магия – это изучение оккультных и таинственных сил природы естественными средствами. Иными словами, она отличается от собственно магии и по средствам, и по целям, которые были добрыми, а не демоническими. Как писал итальянский автор Дж. делла Порта (ум. в 1615 г.) в 1589 году: «Есть два вида магии: один неподходящий и имеющий дурную репутацию, поскольку имеет дело со злыми духами и состоит из чар и пагубного любопытства; его называют колдовством. Другая магия является естественной; ее признают и принимают, и ей поклоняются все умные люди»^[114].

Силы, которые изучала естественная магия, – симпатии и антипатии (совместимость и несовместимость), знаки, магнитные притяжения, свойства трав и камней, механические искусства и оптические иллюзии – в общем, все «боковые тропинки» природы. Их мог контролировать только человек, знающий естественную магию. Отсюда современное английское слово Архимастер (Archemaster). Масштабы его «территории» были описаны математиком Джоном Ди в предисловии к первому английскому переводу Евклида (1570), в котором он отмечал важность не только математики, чистой и прикладной, но и изучения природы во всех ее проявлениях. Особенно красноречив он был в отношении потенциальных возможностей архимастрии, которые были чрезвычайно велики.

Ди считал, что архимастрия превосходит науки, основанные на наблюдении, такие как астрономия и оптика, вниманием, уделяемым «экспериментальной доктрине». Конечно, следует с осторожностью относиться к слову «опыт» XVI века. Для Парацельса и других мистиков оно слишком часто обозначало оккультный опыт. Но Ди, хотя сам был мистиком, здесь действительно имел в виду наблюдение за природой. Для Ди и еще некоторых авторов естественная магия вплотную приблизилась к экспериментальной науке. Иногда на самом деле естественная магия XVI века была неотличима от экспериментальной науки, поскольку исследовала влияние таинственных сил с помощью наблюдения и опыта. Естественная магия и экспериментальная наука в конце концов разделились, когда последняя объединилась со специфической формой натурфилософии, известной как механическая философия, которая

старалась понять и дать рациональное объяснение и влиянию таинственных сил, и их причинам. Например, когда магнетизм смогли объяснить расположением магнетита, а радугу – отражением и рефракцией света, естественная магия утратила свое значение, а с нею и алхимия. Но это произошло только в середине XVII века.

Лучшая естественная магия, понимая природу, стремилась овладеть и управлять ею, таким образом разделяя силу, приписанную позднее Фрэнсисом Бэконом (1561–1626) экспериментальной науке. Он считал, что естественная магия – это «наука, которая применяет знание скрытых форм к производству чудесных операций, и, объединяя активы и пассивы, показывает чудесные произведения природы»^[115].

Такова была ее подобающая сторона. Существовала также «распространенная и вырождающаяся» сторона. Такая магия порхает по многим книгам, впитывая легковверные и суеверные традиции и наблюдения, касающиеся симпатий и антипатий, скрытых и особенных свойствах...

Два аспекта естественной магии, серьезный и распространенный, экспериментальный и мистический, отмеченные Бэконом в 1620-х годах, оставались характерными для нее на протяжении всего XVI века. Большинство трудов по естественной магии были написаны с расчетом на широкий круг читателей, которым нравилось такое чтение и которые, возможно, даже проводили самостоятельно некоторые эксперименты. Хороший пример – «О тонкости» (On Subtlety, 1551). Этот труд итальянского врача и математика Кардана был написан на латыни, а потом переведен на французский. Кардан соединил математику, мистицизм и медицину в некий сплав, поскольку даже он сам не всегда мог разделить свои разнообразные интересы. В трактате расписаны вещи, которые воспринимаются чувствами, но которые разум понимает с трудом, если понимает вообще. Иными словами, по сути, в нем показана область естественной магии. Когда Кардан обсуждает природу четырех стихий и становится ясно, что больше всего его интересуют механические приспособления. Он описывает подвес для сохранения устойчивости стула на палубе корабля в море (так называемый карданов подвес), фейерверки (стихия огня), насосы (стихия воды) и многое другое. Результат – ориентированная на эксперименты версия средневековой «Суммы»^[116] с акцентом скорее на силы симпатии и антипатии, чем на более традиционные объяснения схоластической натурфилософии.

В оживлении таких сил, как симпатия и антипатия, лежал ключ к

естественной магии, поскольку человек, занимавшийся естественной магией, считал их доминирующими силами природы. Кардан был не первым, разобравшим их во всех подробностях. Фракасторо написал о них в 1546 году книгу. Он касался таких разных вопросов, как: почему магнит поворачивается на север, как минога останавливает корабль (он верит, что рыба живет возле магнитных гор, которые ответственны за этот эффект) и как «зерна контагии» действуют на одного человека, но не действуют на другого. Работа Фракасторо является более теоретической и менее экспериментальной, чем более поздние труды по естественной магии, но он разделял с другими авторами интерес к таким мистическим силам, как те, что действуют при притяжении железа к магниту, или появление новых свойств у янтаря, если его потереть.

Известный трактат о «Естественной магии» делла Порта (опубликованный в 1558 г., пересмотренный и расширенный в 1589 г., причем оба издания часто перепечатывались) имел очевидной целью популяризацию предмета, даже несмотря на то, что был написан на латыни. Порта откровенно демонстрировал ученость, но его интерес на самом деле был интересом фокусника, который обманывает зрителей благодаря ловкости рук. В действительности Порта рассматривает те же моменты, что и Кардан, но игнорирует натурфилософию, которая заставила Кардана обсуждать явления, связанные с каждой стихией поочередно. Порта больше интересовался трюками, например, как сделать так, чтобы расположенные вблизи предметы казались далекими, как заставить невзрачную женщину выглядеть красавицей. Биология для Порты была произведением странных новых растений и животных, металлургия – изучением видимых изменений металлов, в разделе о драгоценных камнях рассматривались подделки. С одной стороны, в его труде присутствует разнородная смесь информации о практических делах – домашнем хозяйстве, медицине, охоте и т. д., а с другой – есть главы о магнетизме, оптике, гидравлике, статике, которые по уровню выше, чем у Кардана. В корне всего лежит уверенность, что, наблюдая за симпатиями и антипатиями, связанными с природными объектами, можно прийти к пониманию их сути и управлению их свойствами, потому что только при посредстве скрытых свойств (сил) вещей происходят видимые чудеса.

Порта хотел объяснить, как происходят видимые чудеса, причем старался лично испытать все, о чем писал. Он, судя по всему, понимал роль эксперимента в исследовании. В его главе о магнетите много говорится о таких пустяках, как перемещение фигурок людей и животных по доске, не прикасаясь к ним (надо сделать их из железа и двигать под столом магнит).

Одновременно он занимается более важными и сложными свойствами магнетита, которые проверял лично, и выражает здоровый скептицизм относительно некоторых более удивительных свойств, приписываемых магнетиту. Когда Агрикола сообщил о мифе, что можно уничтожить свойства магнитного компаса, натерев его чесноком или даже дыхнув на него, если предварительно съел чеснок, Порта пишет:

«Был такой широко распространенный миф у моряков, что лук и чеснок уничтожают силу магнетита и иглы компаса. По этой причине якобы рулевым на кораблях якобы было запрещено есть лук и чеснок, так как иначе указатель полюсов делается пьян. Но когда я попробовал все эти вещи, то выяснил, что они ложны, ибо не только дыхание на магнетит после съедения чеснока не лишало его силы, но, даже будучи полностью облит соком чеснока, он действовал столь же хорошо, как если бы чеснок не имел к нему касательства»^[117].

Порта не занимался популярными идеями о магнитных горах или магнитном острове, описанном Олаусом Магнусом в «Истории северных наций» (*Historia de Gentibus Septentrionalibus*, 1555), большом сборнике чудес (в котором даже описываются палки, на которых можно скользить по поверхности снега).

Оптические чудеса Порты являются чаще всего вполне уважаемыми опытами, такими как использование линз в качестве зажигательного стекла, применение увеличительного стекла, построение камеры-обскуры. Его эксперименты с пневматикой – тоже примеры элементарного инженерного искусства, по большей части взятые из «Пневматики» Герона Александрийского, труда, написанного в I веке н. э. и касающегося физической природы воздуха и его работы в механических приспособлениях. В конце XV века к нему был проявлен большой интерес, и математик Коммандино (1509–1575) перевел его в 1575 году на латынь. Впоследствии несколько авторов перевели его на итальянский язык. Кардан явно был знаком с трудом Герона, Порта также имел доступ к латинской версии. Позже книга стала настольной для многих авторов, писавших о механических игрушках и разных инженерных чудесах^[118], таких, к примеру, как Гаспар Энс. Влияние Герона чувствуется и у более серьезных авторов XVI века – в работах Жака Бессона и Роберта Фладда. Здесь гуманизм и естественная магия объединились; все мнения о воздухе, атмосфере, вакууме и технических приспособлениях, приводимых в движение воздухом, имеют в своей основе и книгу Герона, и основное содержание естественной магии.

«При исследовании тайн и отыскании скрытых причин вещей, благодаря точным опытам и опирающимся на них аргументам получают более сильные доводы, чем правдоподобные предположения и мнения обычных философов. Поэтому мы предложили для выяснения благородной сущности совершенно неизвестного до сих пор большого магнита – всеобщей матери (Земли) и замечательной и выдающейся силы этого нашего шара начать с общеизвестных каменных и железных магнитов, магнитных тел и наиболее близких к нам частей Земли, которые можно ощупывать руками и воспринимать чувствами; затем продолжить это при помощи наглядных опытов с магнитами и таким образом впервые проникнуть во внутренние части Земли»^[119].

Так обратился к объективному читателю Уильям Гилберт (1540–1603), желая привлечь его внимание к своей великой работе «О магните, магнитных телах и большом магните – Земле; новая физиология, продемонстрированная новыми доводами и опытами» (*De Magnete*, 1600). Этот первый большой трактат о магнитах часто считается первой масштабной работой современной экспериментальной науки. Так это или нет – вопрос сложный, но труд определенно является последней значительной книгой по естественной магии. Она ближе всего к тому, что Джон Ди называл архимастрией (*archemastery*), чем любая другая работа XVI века, посвященная изучению скрытых сил природы. Гилберт показал, насколько успешными могут быть экспериментальные исследования таких сил. Однако он не вышел за рамки традиции. Большинство писавших о магнитах авторов, которых цитирует Гилберт (не всегда, но часто насмешливо), считали магнитные силы оккультными. Первая глава Гилберта практически является библиографией трудов по естественной магии. Метод Гилберта не слишком отличался от того, что использовал Порта, многие его опыты были такими же, как у более ранних писателей. А еще он, как подобает врачу, интересовался медицинскими действиями магнетита. Он был более изобретателен, более глубок, более любопытен и умел лучше оценивать результаты опытов. Поэтому, хотя его цели и не слишком отличались от целей предыдущих авторов, его выводы намного важнее.

Гилберт интересовался более масштабными проблемами, чем просто поведение объектов, оказавшихся в поле действия силы притяжения, хотя и это поведение он исследовал, но значительно глубже. Его первый вывод: сама Земля есть магнит. Следовательно, магнетиты – это железная руда, намагниченная нахождением в правильной ориентации к магнитным

полюсам Земли. А когда железные бруски, обрабатываемые кузнецами, получаются магнитными, это потому, что они находились на линии север – юг и, как природная железная руда, были под влиянием магнитных полюсов Земли. Стрелка компаса указывает на север, потому что ее притягивает земной полюс, а вовсе не небесный, как считали ранние авторы. Отсюда следует, что Гилберт верил в следующее: «отклонение стрелки компаса от истинного севера вызвано неровностями выступающих частей Земли»^[120], что является вполне рационалистическим объяснением.

Исследуя явление притяжения, Гилберт впервые указал на различие между *магнетизмом* – притяжением магнетита к железу, и электричеством^[121] – притяжением после растирания твердого полупрозрачного предмета – янтаря, гагата, некоторых драгоценных камней, стекла и т. д. – мелких легких тел. Гилберт изобрел первый электроскоп (он назвал его версориум). Это уравновешенная металлическая игла, которая помогала в его исследовании электризации и попытках установить, какие изменения в физическом состоянии тел (вроде тех, что вызваны нагреванием или охлаждением) происходят при появлении силы притяжения. Даже в очень кратком исследовании электричества Гилберт проявил удивительную глубину экспериментаторской мысли, что не может не удивлять. А в тех разделах, которые касаются магнитной природы Земли, природы магнетита, методов увеличения силы притяжения и т. д., Гилберт описал целый ряд интереснейших экспериментов. Во многих из них использовалась его любимая террела – сферический магнетит, который, по его убеждению, вел себя как Земля в миниатюре.

Гилберт, как и его современники, хотел выяснить, как можно использовать свойства земного магнетизма в помощь навигации. Отклонение стрелки компаса от истинного севера было уже известно на протяжении нескольких веков. И Колумб был восхищен, открыв, что при движении через Атлантику склонение меняется с восточного в Средиземном море до нулевого в районе Азорских островов, на западное у берегов Америки. До 1599 года шел длительный период сбора информации, которую многие надеялись использовать для определения долготы, если данные нанести на сферическую сетку. Сторонником этого метода был голландский инженер и математик Симон Стевин (1548–1620). Его труд по этому вопросу был опубликован в 1599 году. Гилберт был в нерешительности. Он считал, что на склонение влияют многие силы и оно изменяется от места к месту слишком сложным способом, чтобы это могло

помочь навигации.

Гилберт предпочитал думать, что положение можно определить по недавно открытому магнитному наклонению^[122]. Наклонение было впервые описано современником Гилберта Робертом Норманом, изготовителем навигационных инструментов из Лондона. Он привык намагничивать иглы после установки и столкнулся с трудностями – с длинными иглами, которые так сильно уклонялись к картушке компаса, что их концы соприкасались прежде, чем игла уравнивалась. Норман самым внимательным образом изучил проблему, изобрел уклонометр, чтобы определять величину наклонения, и опубликовал свои идеи в небольшой книге «Новое притяжение» (The Newe Attractive, 1581). Гилберт продолжил работу Нормана с помощью террелы и высказал свои соображения о возможности создания очень сложной сетки вместе со специальным квадрантом, посредством чего измерение наклонения можно будет применять для определения широты в море. Преимущество метода Гилберта для определения широты заключается в том, что его можно использовать в пасмурную погоду, так что хотя он и сложный, но не лишен достоинств. Это первый вклад экспериментальной науки в искусство навигации, и Гилберт имел основания гордиться собой. Он писал:

«Мы видим, как далеко ушли от непродуктивной магнитной философии. Это здорово, полезно, божественно! Моряки, несущиеся по волнам в пасмурную погоду, не имея возможности определить свое положение по небесным светилам, при небольших усилиях и с использованием маленького прибора смогут узнать широту места, где находятся»^[123].

Гилберт так и не узнал, что наклонение, как и склонение, меняется с изменением времени и места и что ни широту, ни долготу невозможно определить с применением магнитных методов.

Несмотря на периодические панегирики «магнитной философии» и отступления от темы, Гилберт на протяжении двух третей своей книги придерживается уверенных экспериментальных взглядов. Он всерьез заинтересовался опытами, иллюстрирующими магнитные свойства магнетита, и уделил мало внимания возможным причинам магнетизма. В его труде есть только одна короткая глава о причинах магнитного и электрического притяжения, в которой Гилберт возвел электричество к материи, а магнетизм – к форме. Хотя это следует из философии Аристотеля, эксперимент нашел для себя место и здесь, а оккультизм был решительно отвергнут. Гилберт не сомневался: магнитная сила Земли есть

природная сила. Однако он занимался естественной магией, а не натурфилософией, поэтому в его работу вкрались размышления о силах. В конце обсуждения склонения и навигации неожиданно появляется глава, названная «Магнитная сила живая или имитирующая жизнь; и во многих вещах превосходит человеческую жизнь, которая ограничена в органическом теле». Такое название больше подошло бы Кардану. Гилберт даже пытался приписать *anima* – подвижную душу – Земле, а не только небесам, для подкрепления веры в то, что Земля движется. Более того, Гилберт продемонстрировал веру в одушевленную Вселенную. Он утверждал, что Аристотель ошибся, отрицая наличие у Земли души. Просто он не смог должным образом оценить то, что Гилберт знает точно: Вселенная живет, все планеты и звезды, и благородная Земля с начала времен управляются собственными душами и имеют мотивы для самосохранения^[124].

Это не очень похоже на исследователя-экспериментатора, да и его антиаристотелевский мистицизм не был защитой тезиса о движении Земли. Гилберт верил, что магнетизм, хотя им могут управлять люди, практикующие естественную магию, которые понимают его во всех проявлениях, на самом деле оккультная сила. Когда в «Новой философии подлунного мира» (*New Philosophy of the Sublunary World*, книга была написана вскоре после *De Magnete*, но опубликована посмертно в 1651 г.) Гилберт занялся небесами, Землей и Луной, в его трудах появился магический оттенок антиаристотелианства, сделавший их неэкспериментальными и больше отличающимися по тону от *De Magnete*, чем это было в действительности. Именно здесь, как позднее сказал Фрэнсис Бэкон, Гилберт «сделал философию из магнетита», пытаясь объяснить тяжесть земным магнетизмом, действующим на все тела, возможно даже на Луну. Гилберт обсудил целый ряд вопросов, лежащих на границе между естественной магией и схоластической философией: возможность существования межпланетного вакуума, состав небесных тел, действие приливов и отливов (их автор снова отнес к магнетизму), а также разные «метеорологические» (атмосферные) явления – ветер, радуга и др. По сути, это продолжение последних десяти глав *De Magnete*. И так же как Гилберт, он рассматривал свои заключения относительной магнитной и живой природы Земли как напрямую следующие из его более ранних экспериментов над магнитными телами, так, можно предположить, он считал и свою более позднюю работу основанной на магнитных экспериментах.

Гилберт был все же ближе к приверженцу естественной магии, чем к

ученому-экспериментатору XVII века. Его неспособность адекватно решить теоретические вопросы раскрывает яснее, чем что-либо другое, разрыв между естественной магией и новой экспериментальной наукой, которая начала быстро развиваться в XVII веке. Экспериментальный гений Гилберта был ограничен его попытками удержаться в границах метода, который, хотя и пытался дать рациональное объяснение действиям сил природы, все же заведомо считал эти силы не поддающимися рациональному пониманию. Они являются оккультными, а значит, по сути своей непознаваемыми. Магия была истинным наслаждением для пытливого ума. Но даже если она была белая и естественная, то все равно очень часто уводила человека в сторону. Неудивительно, что, в конце концов, человек взбунтовался против оккультизма, причем настолько сильно, что это привело к излишку рационализма.

Глава 7

Использование математики

Перспектива, астрономия, музыка, космография, астрология, статика, антропология... гелиоскопия, гидрогения, зография, архитектура, навигация, тауматургия и архимастрия^[125].

Когда Генри Биллингсли, выпускник университета и успешный лондонский торговец, в 1570 году опубликовал первое английское издание, он предложил знаменитому английскому математику Джону Ди написать предисловие о преимуществах и достоинствах математики. Биллингсли и Ди надеялись пробудить математическое воображение, напомнить практикам, насколько необходимо изучение математики для всех прикладных искусств, так же как для изучения природы. Математика не только использовалась во всех прикладных науках, которые Гилберт с удовольствием перечислил в предисловии. Математика в глазах практика XV и XVI веков была не просто абстрактным искусством для специалистов. Для него, как и для греков, термин означал все важные и многочисленные науки и их практическое применение.

Геометрия – отрасль математики, наиболее ценимая греками. Но они не отвергали и другие. Пифагорейцы считали, что математика состоит из четырех разделов: геометрия, арифметика, астрономия и музыка. Они были уверены, что астрономия – это прикладная геометрия, а музыка – прикладная арифметика. Такая классификация продолжала существовать долго, в том числе в виде квадривиума^[126] в средневековом университете. Платон, находясь под влиянием пифагорейцев, подчеркнул роль математики в науке и в философии. Чистая математика, по Платону, касавшаяся мира совершенных неизменных абстрактных идей, была наилучшим возможным способом обучением философа, который желает познать природу идей, форм и сущностей. Математика отражает неизменную реальность, стоящую за постоянным движением и неопределенностью мира чувств. Поэтому для платониста изучение природы было поиском математических законов, которые управляют миром. Хотя Аристотель утверждал, что величина и тело – разные вещи, равно как и математика и натурфилософия, платонистская традиция

продолжала существовать и привлекать многие умы. Усиление интереса к доктринам платонизма и неоплатонизма в XV веке поддержало идею о том, что математика – ключ не только к науке, но и к большей части того, что в XVII веке называли натурфилософией. Достаточно вспомнить, что Коперник писал для математиков и вполне мог назвать свою книгу «Математические принципы небесного вращения», дабы понять, как антиаристотелианство века выражалось попыткой трактовать математически все то, что Аристотель трактовал качественно.

Платонизм имел огромное влияние на математику Ренессанса. Он, несомненно, поддержал изучение чистой математики и поиск ранее отвергнутых греческих математических текстов. Он также стимулировал введение должностей преподавателей математики в новых гуманистических школах, которые создавались как лингвистические центры. Платоновские традиции помогли возродить должности профессоров математики в университетах, правда, не повлияли на их заработок. Предполагалось, что математика – лучшая тренировка для ума, чем диалектика. Существовали разные полезные аспекты математики, пригодные для неакадемического образования: фортификация для военных людей, геодезическая съемка местности для землевладельцев, практическая астрономия и картография. Если же говорить о менее рациональных аспектах, платонизм и неоплатонизм способствовали такому сильному всплеску нумерологического мистицизма и астрологии, что для широкой аудитории «математик» и «астролог» стали синонимами. (Так и было, когда математиками были Кардан или Ди.) Многие молодые люди, такие как Фернель, должно быть, продвинулись от элементарной геометрии и доктрины сфер до чудес астрологических предсказаний. И не важно, что заботливые отцы вроде Винченцо Галилея предостерегали сыновей об опасностях этого предмета, имеющего сомнительную репутацию и не дающего никакой отдачи.

На математику оказали сильное влияние, во-первых, популяризация науки и, во-вторых, новое осознание нужд техников. В средневековом университете все студенты посещали лекции о Евклиде. Теперь они ожидали от профессоров математики более широкого охвата предмета, от доктрины сфер до использования математики в военном деле, навигации и инженерии. Математики стремились внедрить математику в практику – научить торговца правильно подсчитывать свои доходы и показать изготовителю инструментов, как следует правильно градуировать шкалы приборов. Потребность в математике оказалась настолько велика, что даже появилась новая профессия – математика-практика, человека искусного в

практических аспектах математики, который знает, как использовать геометрию и тригонометрию в научных измерительных приборах. Такие люди читали математические лекции на местных языках – эта практика была особенно распространена в Лондоне во второй половине XVI века – и писали элементарные инструкции в простом и понятном изложении.

Хороший пример A Booke Named Tectonicon Леонарда Диггеса, опубликованная в 1556 году и много раз переизданная. Диггес утверждал, что хотел написать «книгу, содержащую цвет наук математических, широко применяемых на практике, выгодную и приятную для всех людей дела в этом королевстве». Пока книга готовилась, он выпустил труд меньшего объема, в котором, как утверждал автор, кратко излагались всевозможные точные измерения и быстрые расчеты земли, площадей, леса, камней, колоколен, столбов, шаров и т. д. В ней рассказывается об изготовлении и использовании плотницкой линейки и ряда других инструментов. Также в ней есть вещи приятные и полезные для землемеров... плотников, каменщиков и людей других профессий.

Иными словами, это учебник математики и для образованных, и для необразованных людей.

Пример ранних попыток применения математики в ремеслах – «Курс искусства измерений с компасом и линейкой» (Course in the Art of Measurement with Compass and Ruler, 1525). Его автор – художник Альбрехт Дюрер (1471–1528). Это пример зографии Ди – применение математики в искусстве. Художники незадолго до этого решили проблему перспективы и метода создания иллюзии трехмерности на двухмерном полотне. Результаты примерно за полувековой период приведены в труде Жана Пелерина «Об искусственной перспективе» (On Artificial Perspective, 1505). Теперь многие художники хотели знать математику и теорию искусства «фальшивой перспективы». Не то чтобы математика могла научить их рисовать, но людям было любопытно узнать профессиональные секреты. Отсюда изучение Леонардо математических пропорций и замысловатые трактаты Дюрера, сделавшего латинские и итальянские знания доступными для немцев. Дюрер не сомневался, что «геометрия – правильная основа любой живописи» и строительства и должна быть доступной для всех.

Не все прикладные математики были заняты обучением ремесленников. Очень многие интересовались математическим фоном теоретических наук. Работа астрономов XV века наглядно продемонстрировала необходимость подробного математического анализа астрономических проблем. Это была работа для специалистов. На более

элементарном уровне находилась геометрия сфер, которая помогала подвести и под элементарную астрономию математическую основу. Многие наставники начинали с древних. Линакр, к примеру, использовал собственный перевод Прокла (1499), чтобы преподать детям английской королевской семьи начала астрономии. Другие авторы предпочитали писать новые трактаты, в которых делался акцент на земной сфере, а не на небесной, и они становились географическими, а не астрономическими. Широко распространенным предметом стала космография. Космографические трактаты были самыми разными, начиная от сугубо научных математических трудов таких ученых, как Петер Апиан, профессор математики из Ингольштадта, или Оронс Фине (1494–1555), профессор математики Французского королевского колледжа, до намеренно упрощенных, популярных работ Себастьяна Мюнстера (1489–1552), который получил образование в Гейдельберге и впоследствии читал лекции в Базеле. Все они помогали общему пониманию важности математики.

Навигационные проблемы, которые пытались решить астрономы XV века, все еще находились в сфере деятельности прикладных математиков. Более эрудированные и лучше понимающие нужды моряков профессора математики, так же как и их предшественники, старались найти новые методы для помощи морякам. Они смело подходили к проблеме определения долготы. Апиан и Фине предложили определять широту по «методу лунных расстояний», который предполагал измерение углового расстояния до Луны от определенных звезд, что, в свою очередь, требовало дальнейшего изучения движений Луны и точных таблиц. Но в целом метод был более обещающим, чем хронометраж лунных затмений, недостаточно частых, чтобы быть полезными на практике. Фризиус Гемма (1508–1555), ученик Апиана, профессор математики в Лёвене, предложил использовать часы для определения долготы. Это было фантастически оптимистичное предложение, учитывая современную неточность часов. Жак Бессон, профессор математики в Орлеане, изобрел универсальный инструмент для использования в навигации, астрономии и определения времени, который описал в труде *Le Cosmolabe ou Instrument Universel concernant toutes Observations qui se peuvent faire Par les Sciences Mathematiques, Tant au Ciel, en la Terre, comme la Mer* (1567). Туда он включил красивое изображение наблюдателя, сидящего на неправдоподобно большом стуле, установленном на кардановом подвесе, чтобы минимизировать помехи из-за качки судна. Как моряки должны найти для этого место на палубе, автор не уточнил.

Все эти методы, хотя и возможные на берегу, были слишком

сложными и неточными для использования в море. Неудивительно, что практики, такие как Симон Стевин и Роберт Норман, считали университетских профессоров неудачными наставниками, хотя их собственные методы были немногим лучше. Те же, кому довелось побывать в море, категорически отвергали все предложения. Роберт Хьюз (1553–1632), выпускник Оксфорда и профессиональный математик, имел некоторое право выступать от имени опытных моряков, поскольку сопровождал Томаса Кавендиша в кругосветном путешествии в 1586–1588 годах. Он был полон презрения к математикам, которые предлагали определять долготу по лунным движениям, называя этот способ неточным и рискованным, связанным с множеством трудностей. Другие предлагаемые способы, по его мнению, также непригодны для практического применения на море^[127].

Но Хьюз ничего не предложил взамен, кроме использования картографии; практик, объединив силы с приверженцем естественной магии, так же подвержен ошибкам, как математик, – оказалось, что стрелка компаса меняет свое склонение и наклонение со временем и не в состоянии помочь решить проблему.

Несмотря на хитроумные предложения, хорошие таблицы и усовершенствованные инструменты (например, бакстафф^[128], описанный Джоном Дэвисом в «Секретах моряков» (Seamen's Secrets, 1594), мореходы в конце XVI века, равно как и в его начале, предпочитали полагаться на плавание по счислению с помощью небесных светил, если это было возможно. Но и здесь у математиков нашлось несколько полезных советов, не все из которых были приняты. Образованные люди знали, что самое короткое расстояние между двумя точками на земном шаре проходит по дуге большого круга, но моряки обычно предпочитали метод параллельного плавания, или следования по широте. При этом судно двигалось к нужной широте так прямо, как позволял ветер и течение, а потом шло на запад или на восток, пока в поле зрения не появлялась земля. В высшей степени полезным оказалось изобретение лага для измерения скорости судна, с помощью которого можно было подсчитать дневной путь. Английское изобретение, оно очень долго оставалось английской монополией, хотя в конце концов его описал в своей книге Уильям Боурн. Он был моряком и умел оценивать скорость судна, бросив в воду щепку и наблюдая, как она плывет вдоль судна, а сам шагал по палубе, отмечая время. Теперь моряк бросал в воду с кормы бревно, привязанное к канату с узлами, завязанными через равные промежутки, и считал, сколько узлов

будет вытравлено за определенное время, которое измерялось песочными часами. Отсюда практика измерения скорости судна в узлах, поскольку расстояние между узлами было подсчитано так, чтобы измерить скорость в одну морскую милю в час. Для точности узлы следовало расположить на правильном расстоянии друг от друга и тщательно проверить часы. Два измерения подряд, как правило, не производились. Но когда длина градуса земной дуги (которая и определяла морскую милю) была далека от точной, моряки обычно не волновались, если отставали. Они говорили, что лучше отстать на расстояние дневного пути от расчетного положения, чем опередить его на расстояние пушечного выстрела.

У математиков всегда были наготове советы. Эдвард Райт, математик, получивший образование в Кембридже и познакомившийся с практической навигацией во время экспедиции на Азорские острова в 1589 году, первым отметил желательность измерения земной поверхности, чтобы с некоторой степенью точности определить длину земного градуса. Он же предложил ряд усовершенствований, основанных на астрономических наблюдениях. Первое измерение в Англии было произведено Ричардом Норвудом (1590–1675) – моряком, учителем математики и землемером. Он измерил шагами расстояние между Лондоном и Йорком и опубликовал результаты в 1637 году в морском справочнике. Существенные усовершенствования таблиц, методов расчета и инструментов произошли в начале XVII века. Следует отметить использование сектора Гюнтера (впервые описанного в 1607 г.), инструмента, который существенно снизил объем расчетов при счислении пути.

Как бы ни определяли местонахождения судна в море – счислением или астрономическими методами (ставшими очень сложными, поскольку разные математики составляли разные таблицы, разрабатывали свои методы и печатали книги), мореходы все равно использовали карты. К началу XVI века почти все сухопутные карты основывались на том или ином виде проекций, но на море преобладали «плоские карты». На плоских картах расстояния между меридианами были одинаковыми на всех широтах, все равно у экватора или у полюса, поэтому в высоких широтах были большие ошибки. Португальский математик Педро Нуньес (1502–1578), последователь Закуто в интересе, проявляемом к использованию математики для совершенствования навигационных методов и техник, сделал попытку проанализировать проблему математически. В 1537 году он опубликовал труд *Tracts*. Его анализ стал более известным, когда в 1566 году вышла латинская версия работы под названием «Об искусстве мореплавания» (*On the Art of Sailing*). Нуньес пришел к выводу, что на

сфере линия румба или локсодромия (линия одинаковых компасных курсов) – не прямая, как на плоскости, а спираль, заканчивающаяся на полюсе. Он также отметил, что, поскольку меридианы на глобусе сходятся, на морской карте они не должны располагаться на одинаковых расстояниях друг от друга. Соответственно, Нуньес изобрел квадрант, который помог ему установить число лиг в градусе вдоль каждой параллели, однако он не сумел решить значительно более важную математическую задачу – найти проекцию, которая даст требуемую сходимость и сделает румбы прямыми.

Впоследствии об этом писали многие авторы книг по математической навигации, однако следующий реальный шаг к решению проблемы сделал Джерард Меркатор (1512–1594). Меркатор изучал математику у Фризиуса Геммы и читал лекции в Лёвене до тех пор, пока протестантская вера не вынудила его сменить место жительства. Он уехал в Германию, где стал изготавливать измерительные инструменты, составлять карты и делать глобусы. Его глобусы отражают математический гений автора и его знакомство с работами Нуньеса – на некоторые из них он наносил его спираль – локсодромию. Он также вычислил правильное соотношение между длиной и шириной полос, которые наклеиваются на глобус. Разделил свою карту на двенадцать полос, отрезал каждую за двадцать градусов до полюса и сделал еще два круглых лоскута для полюсов. Так достигалась большая степень точности, чем при использовании предыдущих методов. Его карта мира 1569 года, не настоящая морская карта, но, по всей видимости, предназначенная для использования моряками, отражала и другие идеи Нуньеса. Здесь Меркатор раздвинул меридианы ближе к полюсам, очевидно наугад, хотя мог и воспользоваться тригонометрическими методами. Он так и не объяснил, как получил свои фигуры. Другие могли восхищаться его работой, но не могли ее повторить. А Меркатор больше не изготавливал таких карт.

Следующим картографом, напечатавшим карту на основе проекции Меркатора, был голландец Йодокус Хондиус (1563–1611), которых использовал работы английских математиков, будучи в Лондоне в статусе беженца в 1584–1595 годах. Английские математики лучше справились с проблемой, чем Меркатор. Их вдохновителем был Джон Ди, который в 1547 году специально ездил в Бенилюкс, чтобы поговорить с умными людьми, в первую очередь с математиками. Среди последних были Фризиус Гемма и Меркатор. Ди даже привез в Англию несколько глобусов Меркатора. Годом позже Ди снова вернулся на континент, сначала ненадолго, когда был студентом в Лёвене, потом учителем математики в Париже. Здесь он познакомился с Фине, Фернелем и многими другими

выдающимися умами современности, приобрел репутацию способного математика и установил переписку с Нуньесом. Таким образом, Ди был в курсе, как обстоят дела в навигации и картографии. Двое его коллег Томас Гариот (1560–1621) и Эдвард Райт утверждали, что добились успеха с локсодромическими картами. Гариот кратко обсудил проблему в пятой части «Трактата о сферах» Хьюза (1594), однако он не указал ни точной информации, ни метода. Первое настоящее обсуждение имело место в трактате Эдварда Райта «Некоторые ошибки в судовождении, проистекающие из ошибок морских карт, приборов и таблиц» (*Certaine Errors in Navigation, Arising either of the ordinarie erroneous making of the Sea Chart, Compasse, Cross staff and Tables of declination of the Sunne and fixed*

Starres detected and corrected, 1599). Райт не спешил публиковать свой труд; вероятно, он был согласен с Ди в том, что математические знания были эзотерическими и должны были оставаться тайными, хотя он и не разделял увлеченности Ди магическими науками. Труд Райта довольно долго оставался в рукописи, но в конце концов был напечатан. Причем автор заявил, что решился на публикацию только с тем, чтобы помешать его пиратскому изданию под другим именем. Ему действительно было известно, что Хондиус воспользовался его работой, не указав автора, хотя он показал голландцу свои таблицы, взяв с него обещание хранить их в тайне^[129]. Если уж его работе предстояло стать всеобщим достоянием, это следовало сделать по всем правилам.

Райт намеревался проанализировать типичные ошибки, как правило связанные с обычными методами счисления. В первую очередь он разобрал ошибки, связанные с использованием плоских карт, определил их геометрические и физические источники и способы их избежать. Райт составил таблицы румбов и показал, как применять таблицы и новые карты, основанные на них, как найти расстояния от одной точки до другой с помощью карт и как лучше всего прокладывать курс. В общем, это было все, что необходимо знать практику, и нудные расчеты были сведены к минимуму. Неудивительно, что Хондиус – не математик и даже не опытный картограф – сумел составить свою карту.

Описание Райтом геометрической проблемы, связанной с новой проекцией, показывает ясность мышления и стиля. Он писал:

«Представьте сферическую поверхность с нанесенными на нее меридианами, параллелями и всей гидрографической информацией, вписанную в вогнутый цилиндр так, чтобы их оси совпали.

Пусть эта сферическая поверхность равномерно раздувается, как пузырь, пока не соединится с вогнутыми поверхностями цилиндра. Каждая

параллель на этой сферической поверхности будет успешно расширяться от экватора к каждому полюсу, пока не станет одинакового диаметра с цилиндром, а меридианы будут расти, пока не окажутся на таком же расстоянии друг от друга, как на экваторе. Таким образом, проще всего понять, как сферическую поверхность можно преобразовать (расширением) в цилиндрическую, а потом и в поверхность параллелограмма»^[130].

Конечно, этого было недостаточно для полного понимания того, что проблема упрощается, если цилиндр (который можно развернуть, образовав плоскую поверхность) использовать вместо сферы, однако это было больше, чем предполагали и Нуньес, и Меркатор. Было необходимо разработать новые таблицы, чтобы создавать карты на основе этой проекции. Райт это сделал. После публикации его труда любой картограф мог составить карту на основе уже ставшей знакомой проекции Меркатора, отлично приспособленной к морским картам – ведь теперь линия румба стала прямой, и постоянный курс по компасу можно было проложить, пользуясь линейкой. То, что курс по дуге большого круга не так прост, очевидно, все еще не заботило моряков, не заинтересованных в нахождении кратчайшего расстояния между двумя точками, поскольку ветры и течения все равно не позволят им пройти точно этим курсом.

Новая проекция не стала тотчас популярной, хотя для следующего поколения уже была вполне привычной. Если она не распространилась быстрее, то лишь потому, что карты были чрезвычайно популярны и, даже не слишком качественные, хорошо продавались. Многие карты предназначались не для моряков, а для джентльменов, «чтобы украсить их залы, гостиные или библиотеки» – это отметил Джон Ди в примечании к Евклиду. Моряки отдавали предпочтение «Маринерс Миррор» (1583). Это было простое и удобное пособие, содержащее элементарные навигационные методы, таблицы, астрономические правила и старомодные карты европейских вод. Издатели, неоднократно перепечатававшие его, не видели никаких оснований для усовершенствования книги, даже когда появились лучшие карты. Оно все равно пользовалось спросом.

В 1605 году Генеральные штаты (парламент) Нидерландов поручили Виллему Блау (1571–1638) написать новое пособие для судоводителей. Блау принадлежал к научной школе картографов: он был не только издателем карт, но также компетентным и опытным изготовителем измерительных инструментов. Два года он провел у Тихо Браге в Ураниборге, изучая астрономию, географию и устройство точных инструментов. Результатом

его работы стала книга «Свет навигации» (The Light of Navigation, 1612) – хорошее пособие, снабженное исправленными астрономическими и навигационными таблицами, а также новыми морскими картами в проекции Меркатора. Это была первая из многих работ, содержащих открытия конца XVI века. Теперь на первый план вышли английские математики, потеснив голландских и португальских. Лаг, бакстафф, разъяснение Райта меркаторской проекции – все это вошло в европейскую практику в первой половине XVII века.

Изготовитель инструментов был не единственным ремесленником, нуждавшимся в помощи математиков. Для инженеров математика тоже была важна. Гражданское и военное инженерное дело являлось востребованным и прибыльным занятием на всей территории Европы, и в первую очередь в Италии. В тот период был особенно велик интерес к машинам и механизмам, о чем свидетельствуют многочисленные книги с красочными иллюстрациями, в которых описывались силовые машины, насосы, мельницы, краны, военные машины, пневматические и гидравлические устройства и многое другое.

Здесь, конечно, тоже не обошлось без влияния гуманистов, но в основном интерес был вызван практическими технологиями, появившимися в конце XVI – начале XVII века, наподобие тех, что описаны в «Пиротехнике» (Pirotechnia) Бирингуччо или «Металлургии» (De Re Metallica) Агриколы. Практики, строившие всевозможные машины, разумеется, были знакомы с математикой, и появилось много изобретателей с математическим образованием, которые создавали приспособления для вырезания конусов, цилиндров и т. д. Рамелли (1531–1590) был убежден в преимуществах математических знаний, о чем не преминул поведать миру в предисловии к своей книге *Le Diverse et Artificiose Machine* (1588). Бессон называл себя «доктором математики», а машиностроение и инженерное дело – истинными целями математики. По его мнению, «машина – плод геометрии и, следовательно, ее цель»^[131]. Это, конечно, идеализированное представление, но можно с уверенностью утверждать, что в XVI веке машиностроение считали математическим искусством.

Этой науке предшествовали механика и математическая физика: изучение, с одной стороны, законов простых и сложных механизмов, а с другой – состояние тел, на которых эти механизмы установлены, то есть статика и динамика. XV век не проявлял заметного интереса к таким проблемам. А в следующее столетие появился двойной стимул:

опубликование средневековых трудов по физике, а также новое издание работ Архимеда. Трактаты Архимеда были хорошо известны средневековым ученым, но их подход к статике основывался не столько на методе Архимеда, сколько на псевдоаристотелевских «Механических проблемах». Это раннее теоретическое обсуждение теории простых механизмов воплощало динамический подход, рассматривая все случаи покоя как аналогичные равновесию весов^[132]. Архимед, наоборот, занимался только покоем и считал статику частью математики. Его труды были слишком сложными, чтобы привлечь издателей XV века. Первый более или менее полный латинский текст (отрывки печатались и раньше) был версией, взятой из разных источников и плохо отредактированной, как утверждали его противники, Никколо Тарталья (1500–1557), и опубликованной в 1543 году. Более точный перевод с греческим текстом был опубликован годом позже^[133].

Сочетание доступных текстов Архимеда и публикации средневековых трудов положило начало двум разным типам исследований. Интересные комментарии Леонардо да Винчи по статике явно уходят корнями в средневековые традиции. И наоборот: Симона Стевина в конце века мотивировали исключительно труды Архимеда и его статический подход и к проблемам равновесия, и к механике жидкости. Размышляя над старой проблемой, почему предметы на дне озера или моря не оказываются раздавленными весом воды, Стевин пришел к формулировке гидростатического парадокса – давление жидкости на погруженное в нее твердое тело пропорционально высоте столба воды над ним, а не всего объема жидкости, в которую оно погружено. Его логический квазиматематический подход был аналогичен позднее использованному Паскалем.

Стевин особенно гордился своим объяснением равновесного состояния тел на наклонной плоскости, которое он проиллюстрировал на титульной странице «Элементов искусства взвешивания» (*The Elements of the Art of Weighing*, 1586). Книга была опубликована на голландском языке^[134]. Он представил себе треугольную поверхность ABC (рис. 6) с основанием AC , параллельным линии горизонта, а стороной AB в два раза большей, чем сторона BC . На поверхности он представлял бесконечную цепь, на которой через равные промежутки закреплено четырнадцать шаров одинакового размера и веса. Если нет вечного движения цепи по треугольнику, что Стевин считал абсурдным и невозможным, она должна находиться в состоянии покоя, причем два шара будут находиться на

стороне BC , а четыре – на стороне AB . Иначе будет происходить вечное движение цепи по треугольнику. Поскольку цепь находится в равновесии, нижнюю часть можно убрать, не нарушая равновесия верхней. Отсюда длина наклонных плоскостей будет прямо пропорциональна весу тела, вернее, той его части, которая направлена вдоль плоскости. То же самое можно выразить другими словами: на наклонных плоскостях одинаковой высоты данная сила будет удерживать вес, пропорциональный длине плоскости. Обратите внимание, что Стевин использовал треугольник (хотя иногда он предпочитал называть его призмой). Он рассматривал вес как величину, аналогичную числу или размеру, и потому считал, что им можно оперировать как числом (арифметика) или размером (геометрия). Вместе с тем он не видел ничего особенного, выдвигая в этом математическом контексте аргументы против вечного движения как *физической* невозможности. Стевин по методам и воззрениям был последователем Архимеда, хотя и не таким строгим, как, например, ученик Коммандино Гвидобальдо дель Монте (1545–1607), чья «Механика» (1577) содержит скрупулезное развитие статических принципов.

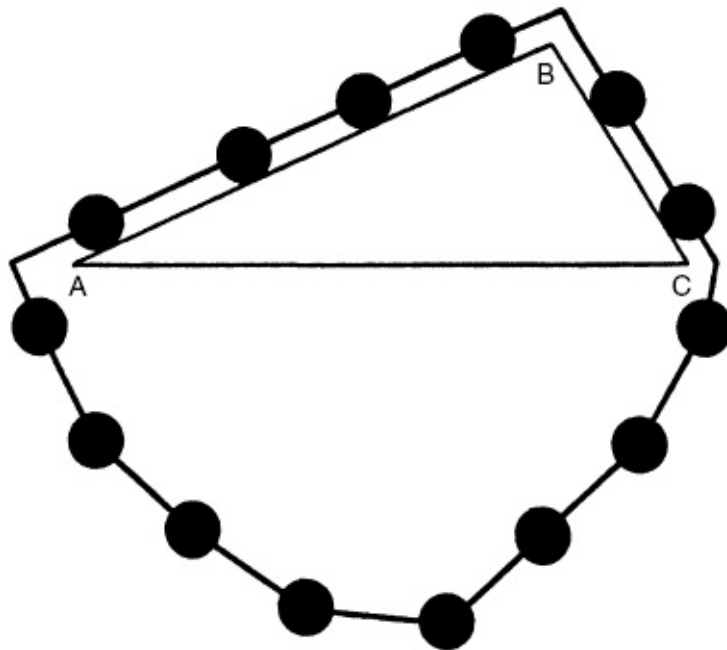


Рис. 6. Демонстрация равновесия на наклонной плоскости Стевина

Обсуждение Стевином условий равновесия тел на наклонной плоскости было интересным, оригинальным, но никоим образом не единственно возможным подходом к проблеме. Другой подход, основанный на изложенном материале в «Механических проблемах»,

использовал Йордан Неморарий в XIII веке. Эта традиция процветала одновременно с Архимедовой. На самом деле их можно было объединить, как это сделал Галилей (1564–1642) в трактате «О механике», который он написал в 1600 году для своих частных учеников в Падуе. Это элементарный анализ пяти простейших машин: наклонная плоскость, рычаг, ворот, шкив и шнек, с кратким описанием элементов, общих для всех. Хотя Галилей мало думал о вкладе в науку и не считал свои соображения сколь бы то ни было оригинальными, его труд был отмечен современными авторами. «Механику» читали в Италии (хотя до 1649 г. только в рукописи) и во Франции (в переводе Мерсенна).

Аристотелевские элементы, заметные в «О механике», никоим образом не означают, что Галилей в этот период был последователем Аристотеля, как бы глубоко ни увяз в перипатетической доктрине в молодости. Он стал противником Аристотеля и преданным учеником Архимеда, имя которого произносил с неизменным благоговением. Им уже был написан трактат «О движении» (*De Motu*, 1590), использовавший архимедову физику как оружие против динамических принципов Аристотеля. В этом подходе он находился под влиянием трудов Никколо Тарталья и Дж. Бенедетти. Многие авторы, писавшие о математике, – Леонардо да Винчи, Тарталья, Бенедетти и др. – уже пытались подвести математическую базу под теорию движущей силы. Эта теория, которую глубоко изучили в физике позднего Средневековья, возродилась к жизни в XVI веке, когда опыт канониров и набирающий силу антиперипатетический дух времени объединились, чтобы указать на ошибки, присущие аристотелевской теории о движении. Попытки ученых XVI века математизировать движущую силу были обречены на провал. Галилей это понял, завершив *De Motu*, потому что эта сила была качественной, а не количественной. Но сама невозможность попытки помогла Галилею понять необходимость в новой динамике, которая сумеет «примирить» разные подходы к движению тел.

Никто в XVI веке не мог писать о математике или физике движущихся тел, не отражая в той или иной степени идеи Аристотеля. Аристотель отнес все движение к среде, в которой движется тело, и также к его положению в пространстве. Любой, кто выступал против теорий Аристотеля – как, например, Бенедетти, – должен был помнить, что Аристотель удовлетворительно объяснил, как и почему тела падают, а метательные снаряды летают, и необходимо было придумать аналогичную теорию. «Естественное» движение, включая движение падающих тел, для Аристотеля не требовало другой причины, кроме предшествующего

перемещения. Ведь естественное движение было результатом внутренней тенденции тела искать свое естественное место во Вселенной. Тяжелое тело стремится вниз – к центру – падает. Легкое тело, наоборот, стремится вверх. При этом «вниз» и «вверх» определялись относительно центра Вселенной. Абсолютно тяжелые и абсолютно легкие тела имели только одну тенденцию, относительно тяжелые и относительно легкие – это те, которые могли или подниматься, или падать, в зависимости от того, где находились. Смещенное тело «знает», что произошло, и, значит, «знает» свою цель, поэтому оно ускоряется при приближении к месту назначения.

В естественное движение вовлечен еще один фактор – среда. Признавая, что чем гуще среда, тем медленнее движение, Аристотель утверждает, что скорость обратно пропорциональна плотности среды. Поэтому в вакууме, где нет среды, скорость падающего тела будет бесконечной. Это было для Аристотеля показателем абсурдности и веским аргументом против существования вакуума. Опять же чем тяжелее тело, тем больше его способность преодолевать сопротивление среды и тем быстрее оно упадет, а значит, скорость падающего тела прямо пропорциональна его весу. Движение метательного снаряда, по соображениям Аристотеля, требует силы не только для того, чтобы инициировать движение, но и чтобы обеспечить его продолжение, потому что оно вынужденное, а не естественное. Для Аристотеля (как и позднее для Декарта) все такие движения должны проходить под воздействием, и он считал, что здесь тоже главную роль играет среда, придавая толчок вначале рукой или пращей. Но «подталкивание» среды постепенно уменьшается и в конце концов заканчивается. В этот момент тяжесть берет верх и тело падает. А поскольку вынужденное движение и естественное не смешиваются, считалось, что все метательные снаряды имели прямолинейную траекторию.

Теперь эти теории, хотя они, казалось, предлагали ответы на все вопросы, касающиеся тел в движении, были неудовлетворительными, их стали мало-помалу критиковать. Люди усомнились, действительно ли тела падают со скоростью, в точности пропорциональной их весу. Альтернативные варианты появлялись очень медленно, и только в самом конце классического периода комментаторы Аристотеля VI века сформулировали теорию импетуса. Эта теория сохранила общие очертания аристотелевской мысли, доктрины естественных мест и невозможности смешанных движений, но в то же время ее сторонники отвергли мнение Аристотеля о том, что тело продолжает двигаться после начального приложения силы, потому что его подталкивает воздух. Они сделали это по

двум причинам: во-первых, воздух, как сказал Аристотель, сопротивляется движению, во-вторых, движение тяжелых тел продолжается дольше, чем легких, хотя воздуху двигать легкие тела легче. Эти логические заключения они подкрепили примерами из опыта, знакомыми фактами, которым предстояло повторяться еще много веков. Вместо теории Аристотеля они предположили, что движущая сила сообщает телу *импетус*, который становится качеством движущегося тела, как тепло является качеством горячего тела. В точности так же, как тепло исчезает, если убрать источник нагрева, и импетус исчезает, если убрать источник приложения силы.

Теория импетуса достигла своего расцвета в XIV веке. Английские и французские математики использовали ее, чтобы объяснить, почему падающее тело увеличивает скорость (потому что в каждый момент к процессу падения добавляется существующий импетус движения), обходясь без идеи, что скорость возрастает с приближением к цели. Импетус использовался даже для объяснения неизменного и вечного вращения небесных сфер. Ученые признали, что сама скорость (а не только импетус) могла рассматриваться как качество движущегося тела.

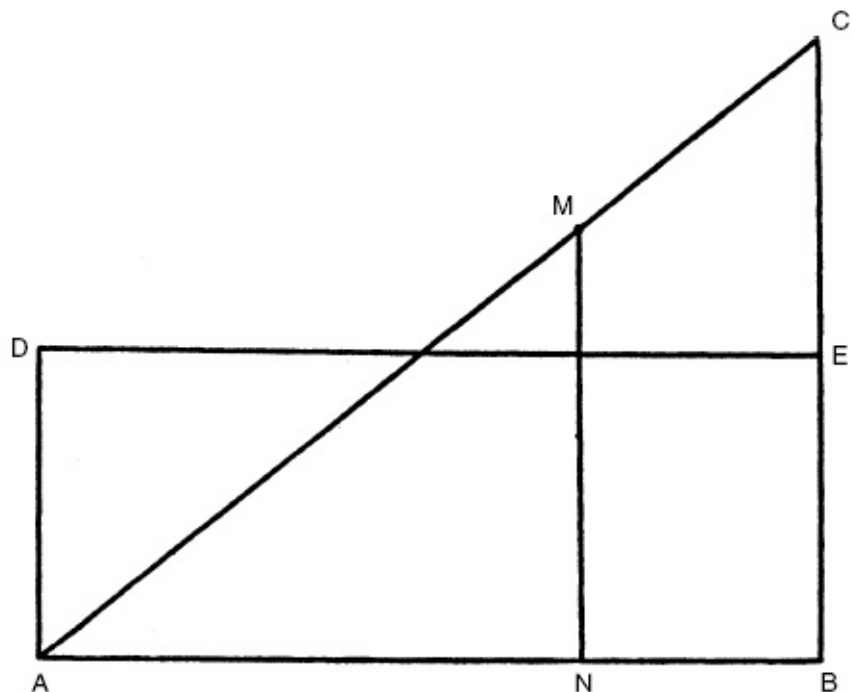


Рис. 7. Широта форм: геометрический анализ

Математикам пришлось изрядно потрудиться, чтобы вывести геометрические и арифметические выражения для *изменения* качеств в

общем. При этом они исходили из допущения, что «интенсивность» любого качества (тепло, белизна) может быть обозначена численно. Так тело с теплом 8 будет горячее, чем с теплом 4, а скорость 8 будет больше, чем скорость 4. (Разумеется, эти числа произвольны и не имеют физического смысла.) Один из важных вопросов – сравнение качества, которое изменяется (скажем, от 9 до 1), с качеством, остающимся неизменным, – процесс получил название «исчисление (calculus) качеств». Самым любопытным представляется такое исчисление для обсуждения «широты» или вариации форм и качеств, разработанное Николаем Орезмом (Оремом), великим математиком и философом XIV века, работавшим в Парижском университете. По сути, это метод изображения «интенсивности» качества – графическое представление переменной величины в зависимости от времени (или, скажем, пространственных координат). Если изменение линейное, Орезм называл его равномерным, если нелинейное – дифформным. Таким образом, он представлял равномерное изменение наклонной прямой, а дифформное – кривой. Так, на рис. 7 интенсивность любого равномерно изменяющегося качества представлена длиной вертикальной линии MN . Она равномерно возрастает по мере продвижения N от A к B .

Таким образом, на рисунке количество равномерно изменяющегося качества MN есть площадь треугольника ABC , которая, в свою очередь, равна площади четырехугольника $ABED$, если E – середина BC . Отсюда Орезм делает вывод, что количество равномерно изменяющегося качества такое же, как количество постоянного качества, эквивалентное среднему значению равномерно изменяющегося качества.

Когда этот анализ был применен к движущимся телам, появилась необходимость рассматривать скорость как равномерно изменяющееся качество – Орезм и другие ученые были к этому готовы. Из сказанного выше следует, что «количество» скорости, равномерно изменяющееся от v до V , такое же, как «количество» постоянной скорости, что можно

$$v + \frac{(V - v)}{2} = \frac{V + v}{2}$$

выразить равенством . Единственная проблема – значение «количества» в этом случае: для Орезма оно значило, как предполагала его геометрия, расстояние.

Однако были и другие проблемы, которые не были решены, пока за них не взялся Галилей. Формула не применялась к падающим телам, поскольку не было достаточно смелых людей, чтобы предположить: падающие тела равномерно ускоряются. Математики, которые обсуждали

интенсивность и ослабление таких качеств, как скорость, не относили его напрямую к импетусу, который оставался полезным объяснением почему тело движется, не касаясь чисто математических аспектов.

Теория импетуса в XVI веке была весьма туманной и не имела последовательного развития. Ее использовали и для нападок на аристотелевскую теорию, и в стремлении понять действительные проблемы движущихся тел. А молчаливая вера в то, что теория импетуса может рассматриваться в Архимедовом духе (что невозможно), неизбежно вела к путанице. Кроме того, каждый математик интересовался каким-то одним аспектом проблемы и почти никто не изучал кинематику в целом. Так, Тарталья занимался движением тел, почти исключительно с точки зрения баллистики, и его задача отнюдь не облегчалась попыткой примирить аристотелевскую физику с наблюдениями канониров. (Несмотря на то что кажется очевидным, на самом деле речь шла вовсе не о примирении традиционной и устаревшей теории с открытиями проницательной эмпирики; канониры делали не меньше ошибок, чем Аристотель: они точно знали, что пушечное ядро, вылетев из дула, некоторое время увеличивает скорость, так что дульная скорость не является максимальной.) Тарталья считал придание импетуса ответственным за вынужденное движение, но долгое время верил, как и Аристотель, что естественное и вынужденное движение не могут смешиваться. Поэтому траектория снаряда должна состоять из двух прямых линий. Впоследствии, возможно на основании наблюдений, он решил, что сила тяжести действует постоянно и всегда отклоняет снаряд в сторону от прямой, искривляя траекторию. Он сомневался, надо ли описывать ускорение падающего тела, исходя из его расстояния от начального пункта или до его конечного пункта, но так и не принял окончательного решения. Бенедетти, еще более ярый противник Аристотеля, чем Тарталья, наконец освободился от концепции «цели» и начал рассматривать только «прошлое» падающего тела, не пытаясь предсказать его «будущее» и желая только установить его скорость в любой данной точке.

Труд Галилея «О движении» (*De Motu*) выполнен в общих традициях Тартальи и Бенедетти. Хотя он намного превосходит их работы, но все же показывает, что даже такой проницательный ум, как Галилей, не мог передать проблему падающих тел и летящих снарядов ясно и просто, во всяком случае, пока она рассматривалась в рамках теории импетуса. Галилей написал элементарный, но исчерпывающий труд. В первых главах изложена природа тяжелого и легкого. Уже здесь он порывает с Аристотелем, отрицая существование легких тел. Легкость относительна.

На самом деле все тела более или менее тяжелые. Представляется, что эту идею он вывел, размышляя о плавающих телах. И действительно, многое из этой части механики Галилея взято из гидростатики Архимеда. Вся его теория на этот счет может быть сведена к следующему утверждению: тела падают со скоростью, пропорциональной их плотности (а не их весу, как считал Аристотель), минуя плотность среды. Так что в воздухе, к примеру, тела, сделанные из одинакового материала, имеющего одинаковую плотность, будут падать с одинаковой скоростью, независимо от веса. Если есть два предмета с одинаковым весом, тот, что имеет большую плотность, будет падать быстрее. Если плотность – или плавучесть – среды будет постепенно уменьшаться, падение предметов успокоится постепенно, и в пределе (в вакууме) их скорость станет пропорциональна их плотностям. Так что, несмотря на заверения Аристотеля, движение в вакууме возможно, и предметы из разных материалов будут падать в нем с разной скоростью.

Используя вес как определяющий фактор, Галилей вывел несколько новых необычных идей относительно ускорения свободного падения. Согласно его объяснению, падающее тело должно сначала преодолеть силу, которая поместила его на место, значит, его начальное движение ускоренное. Когда достигнута характерная скорость падения, больше нет ускорения. Его и быть не может, утверждает Галилей, потому что постоянная сила порождает постоянную скорость. Поскольку тяжелым телам приходится преодолевать большую силу, они достигают характерной скорости медленнее, чем легкие. Тем самым Галилей отверг утверждение Аристотеля, что не встречающее сопротивления естественное движение будет бесконечно быстрым, как в вакууме, и открыл путь для дальнейшего рассмотрения скорости падающих тел без сопротивления среды. Одновременно Галилей был вынужден сделать вывод – истинная инерция невозможна, хотя он имел слабое представление о ее практическом существовании. После размышлений о наклонных плоскостях (на основании которых он позже пришел к заключению, что все-таки *есть* инерционное движение) он отметил, что, если взять идеально гладкое тело и поверхность с отсутствующей силой трения, можно сделать вывод, что тело на плоскости, параллельной линии горизонта, будет двигаться под воздействием очень малой силы, намного меньшей, чем любая данная сила^[135]. Это очень близко к концепции инерции. Бенедетти сформулировал концепцию инерции более четко, но только применительно к абстрактным телам,двигающимся через геометрическое пространство.

Как Галилей сумел пройти долгий путь от физики Архимеда, Аристотеля и теории импетуса к совершенно новой динамике, неясно. Между *De Motu* и «Диалогом о двух главнейших системах» (1632) он очень мало писал о механике. После 1604 года в основном занимался астрономией и много времени уделял полемике. Но все же сохранились некоторые намеки на то, как он шел от одной системе к другой. Он хотел описать закон возникновения ускоренного движения при свободном падении. В письме Паоло Сарпи, датированном октябрём 1604 года, он писал:

«Я искал принцип, совершенно несомненный, который можно было принять за аксиому, чтобы описать следующее: *расстояния, пройденные в естественном движении, относятся как квадраты времени, и, следовательно, расстояния, пройденные за равное время, относятся как серии нечетных чисел.* А принцип следующий: тело, испытывающее естественное движение, увеличивает свою скорость в той же пропорции, что и расстояние до исходной точки».

И это самое любопытное! То, что доказал Галилей, является всем нам знакомым законом свободного падения, а именно $s = \frac{1}{2} at^2$. Но естественный и очевидный принцип, на основании которого он вывел этот закон (мгновенная скорость пропорциональна пройденному расстоянию), совершенно неверен. То, что скорость связана с пройденным расстоянием, естественное предположение. Скорость, как полагали, была пропорциональна расстоянию (Леонардо, Бенедетти и впоследствии Декарт, который так и не сумел исправить эту ошибку). Это практически неизбежный результат попыток описать математически движение падающего тела. Ведь пока математикой считалась в основном геометрия, в первую очередь на ум приходило расстояние, а не время. Только намного позже Галилей пришел к пониманию того, что, хотя постоянная причина должна вызывать постоянное следствие, этим постоянным следствием может быть скорость изменения, а не фиксированная величина; иными словами, может быть неизменное ускорение, а не постоянная скорость. Отсюда в конечном итоге выводится закон инерции. Однако потребовалась более высокая в полном смысле этого слова степень математизации, прежде чем математическая точка зрения могла показаться по-настоящему совместимой с эмпирическим тестом, который Галилей, вероятно, уже проводил в это время, – скатыванием шаров по наклонной плоскости, как описано в «Беседах и математических доказательствах, касающихся двух новых отраслей науки» (*Discourses on Two New Sciences*, 1638). Тем не

менее выводы 1604 года вполне подтвердили его веру в математический подход, хотя должны были еще пройти годы, прежде чем было выполнено математическое обоснование. Ранние труды Галилея показывают одновременно и силу и слабость прикладной математики XVI века в мире физических тел.

Математика, которую использовал прикладной математик того времени, не отличалась особой новизной. На самом деле в начале в его распоряжении не было почти ничего, недоступного в предшествующие века. Простые вычисления с использованием арабских числительных были известны с 1200 года, так же как и алгебраические методы решения простых уравнений, а геометрия, используемая землемерами, судоводителями, художниками и механиками, ушла недалеко от Евклида. Тригонометрические требования навигации и астрономии были математически сложными, и тригонометрия существенно была продвинута вперед именно астрономами и (позднее) чистыми математиками, так же как и методы вычислений. Большинство авторов в этот период писали не только о чистой математике, но и о прикладной науке, так что теория и практика, можно сказать, оказались совместимыми. К началу XVII века теоретическая математика по сложности намного превысила уровень начала XVI века – прогресс стимулировали одновременно практические требования и влияние гуманизма. Для конца XVI века характерно мощное влияние математиков поколения, пришедшего после Евклида; и кроме того, следует помнить, что до 1550 года даже Архимед был более известен своими механическими, а не математическими трудами. Поздние греческие математики оставались практически неизвестными, пока Региомонтан и другие математики-гуманисты не спасли свои труды от забвения и не заставили научный мир обратить внимание на их важность.

Но только во второй половине XVI века математический прогресс удостоился внимания переводчиков. Большой вклад в эту работу внес Федерико Коммандино (1509–1575), математик герцога Урбино, чей двор, проникнутый идеями гуманизма, отверг астрологию, и Коммандино получил возможность посвятить все свое время изучению трудов греческих математиков. Он был неутомимым и очень способным переводчиком, хорошо владевшим и греческим языком, и математикой. Именно ему мир обязан первым достаточно полным текстом математических трудов Архимеда, и сам Коммандино написал достойный труд о центрах тяжести твердых тел с использованием методов Архимеда. Он также выполнил перевод «Конических сечений» Аполлония (1566) –

текст был лучше, чем у Региомонтана. Однако лишь в самом конце века математики всерьез начали изучать конические сечения. Коммандино также перевел весьма ценный труд «Математические коллекции» Паппа Александрийского, а также ряд других трудов по теоретической и прикладной математике. Алгебра Диофанта была известна только математикам, таким как Джон Ди, который мог читать по-гречески; в 1575 году она появилась на латыни, предложив алгебраистам новые проблемы.

Геометрия, несомненно, была и самой полезной, и самой продвинутой отраслью математики. Возможно, по этой причине ей уделялось сравнительно меньше внимания, чем другим отраслям. Большое значение придавалось постижению трудов древних, и только самые прогрессивные математики могли надеяться, что им удастся развить новые формы. Много времени уделялось Архимедову геометрическому анализу твердых и плоских поверхностей – этой работе предстояло доказать свою целесообразность только в следующем веке. Франческо Мавролико (1494–1575), считавшийся одним из лучших геометров XVI века и авторитетом в области геометрической оптики, написал труд о конических сечениях, рассматривая их, в отличие от Аполлония, как действительно плоские сечения конуса. Не утрачивался интерес и к платоновым правильным многогранникам, и к асимметричным телам – впервые ими заинтересовался обозначил Лука Пачоли (ум. в 1510 г.) в «Божественной пропорции» (*Divine Proportion*, 1509). Астроном Кеплер в 1615 году опубликовал труд по стереометрии винных бочек: стараясь установить правильный метод определения объема содержимого винного бочонка, он коснулся определения площадей и объемов методом бесконечно малых величин, а не более привычным методом перебора. Он также исследовал разные тела, получающиеся вращением конического сечения вокруг оси, лежащей в его плоскости. В результате получил девять разных тел. Кеплер, как и Мавролико, внес существенный вклад в развитие математической оптики. В действительности самые важные геометрические труды XVI века касались применения геометрии в оптике, астрономии и механике.

В XV и XVI веках люди в основном занимались тем, что сегодня мы бы назвали элементарной математикой, – вычислениями с помощью индо-арабских цифр, а также решением квадратных и кубических уравнений. Эти два типа математики обычно объединялись под общим термином – арифметика, который к этому времени утратил свое исконное греческое значение (теория чисел) и начал вытеснять средневековый термин – алгоритм. (*Алгоритм* – вычисление с помощью арабских цифр – искажение

имени исламского математика IX в. аль-Хорезми; слово *алгебра* – искажение названия трактата, в котором он описал искусство решения задач арифметическими, а не геометрическими методами.)

Использование арабских цифр было известно специалистам уже несколько веков; трактат аль-Хорезми по этому вопросу был одним из первых арабских текстов, переведенных в XII веке. А трактат XIII века Леонардо Пизанского (его название «Книга абаки» вводит в заблуждение; на самом деле он сделал абаку [счеты] ненужной) был ясным, кратким и очень полезным изложением главных используемых методов. Но арабские цифры медленно вытесняли счеты. И это было вовсе не так странно, как может показаться. Даже в XVI веке правила простой арифметики казались людям очень сложными для понимания, а письменное деление столбиком действительно занимало очень долгое время^[136]. В то же время быстрые и несложные методы более простых арифметических операций были востребованы, особенно в торговых городах Италии и Германии. Чтобы удовлетворить спрос, в конце XV века появилось немало трактатов на эту тему на местных языках. В них рассматривались самые разные вопросы от нумерации до двойной бухгалтерии, от простого сложения до решения квадратных уравнений, от умножения до извлечения корней. Самый полный и подробный трактат XV века – «Сумма», написанный Лукой Пачоли в 1487 году (был опубликован только в 1494 г.), – включал арифметику, алгебру и (кратко) практическую геометрию, став полезным учебником математики.

И в арифметических, и в алгебраических операциях были необходимы некоторые сокращения, да и вообще книгопечатание без сокращений являлось неслыханной идеей в XV веке, все еще находящемся под влиянием стиля манускрипта. Первыми арифметическими знаками стали сокращенные формы слов *plus* и *minus*. Современные значки, которые мы используем для обозначения этих операций, впервые появились как торговые символы, обозначающие перевес или недовес тюков или ящиков с товарами. Большинство алгебраических символов XVI века также были не столько символами, сколько сокращенными формами слов. Отдельные термины использовались для степеней, чтобы избежать написания целого словесного выражения. Преимущества символизма становились очевидными медленно. (Даже в конце XVII в. математики писали то *aa*, то *a²*.) Все мы хорошо знакомы с системой арифметического и алгебраического символизма, которая считается стандартной уже больше двух веков, и потому мы склонны предполагать, что каждый символ имеет

присущие ему достоинства, и считать раннее принятие любого из них достижением. События XVI века показывают, что это заблуждение, и большинство современных символов обязаны своим появлением одной лишь удаче. Пока математики медленно и с трудом переходили от алгебры сокращений (часто ее называют синкопированной алгеброй) к алгебре символов, многие полезные знаки были утрачены^[137].

Каждый автор создавал свой собственный символизм, опираясь на предшественников, писавших на его языке, – так что мало-помалу появились национальные школы алгебраических условных знаков. Правда и то, что нет ни одного автора XVI века, трудившегося в этой области, который не изобрел хотя бы одного символа, который до сих пор используется. Так, например, Роберт Рекорд, учитель, а не математик, первым применил современный знак равенства, хотя его использовали и раньше как нематематический коммерческий символ. В работе 1557 года он объяснил, что, по его мнению, ничто не может быть более равным, чем две одинаковые параллельные прямые. Трудно найти пример, лучше иллюстрирующий сложность оценки вклада в символизм, чем работа Симона Стевина о десятичных дробях. Его небольшой труд по этому вопросу был опубликован в 1585 году на голландском языке под названием «Десятая часть» (De Thiende) и имел большое влияние на популяризацию десятичных долей для упрощения арифметических расчетов, но его нотация оказалась сумбурной, нескладной и впоследствии была заменена. Первое предложение о необходимости использования общих правил выдвинул Франсуа Виет (1540–1603). Он предложил использовать гласные для неизвестных количеств и согласные для известных или постоянных количеств. Этот принцип был в конце концов принят (в несколько другой форме), когда Декарт начал ставить буквы в конце алфавита (в первую очередь x) для обозначения неизвестных, а буквы в начале алфавита – для обозначения констант. Это правило быстро вошло в практику XVII века.

Более важным, чем развитие символизма, было открытие общих методов действий с алгебраическими степенями и сложными уравнениями. Греки решали квадратные уравнения геометрически. Исламские математики пошли по их стопам и нашли решения некоторых форм кубических уравнений. Но многие из них впоследствии не нашли решения математическими методами XVI века: немногие квадратные уравнения могли решаться алгебраическими методами, в отличие от геометрических. Пачоли сформулировал простые общие правила для таких уравнений, как $x^2 + x = a$, но для более сложных случаев использовал

громоздкие геометрические решения. Цель заключалась в нахождении простых методов, которыми любой может научиться пользоваться, – вот только поиск этих простых методов оказался сложным. Сегодня мало кто сочтет сложной задачу: «Найдите число, которое, умноженное на свой корень плюс 3, составит 21». То есть найти x^2 , если $x^3 + 3x^2 = 21$. Даже если мы не помним, как ее решить, мы точно знаем, что для этого есть метод. А Кардан, гордившийся своими алгебраическими знаниями, не сумел этого сделать, когда Тарталья предложил ему в 1539 году, среди прочих задач, решить эту. Тогда Тарталья подумал, что Кардан хочет заставить его разгласить свой метод решения простых кубических уравнений.

Репутация Тартальи как профессионального преподавателя математики (он читал лекции в Вероне и Венеции), а также его благосостояние зависели от его умения продемонстрировать свои возможности на публичных выступлениях, которые были обычными в XVI веке (и оставались таковыми еще полтора столетия). Такой человек должен всегда иметь что-то в запасе, чтобы завоевать известность и произвести впечатление на коллег. До 1539 года Тарталья нередко сталкивался с публичными вызовами, всякий раз опасаясь, что речь пойдет о кубических уравнениях, он разработал правила для решения одного или нескольких типов. И всегда он успешно отвечал на заданные ему публично вопросы и задавал свои – встречные. Неудивительно, что он писал только о прикладной математике, предпочитая насладиться публичными почестями и славой, прежде чем поведать остальному математическому миру, как решать подобные задачи. В 1539 году к нему обратился Кардан с задачами, которые были частью состязания между Тартальей и другим математиком двумя годами ранее. Тарталья, должно быть, сдавшись перед настойчивостью Кардана, дал ответ, который Кардан не смог найти сам. При этом он взял с Кардана обещание не открывать секрет – это обещание Кардан легко нарушил, опубликовав свой алгебраический трактат «Великое искусство» (*Ars Magna*) шестью годами позже. И хотя Кардан отдал должное Тарталье, последний был раздражен и обижен и в отместку опубликовал всю историю в мельчайших подробностях. Репутация Кардана в глазах историков и математиков совершенно не пострадала, а ведь у Тартальи были все основания обижаться. Дело в том, что, получив метод решения, Кардан сумел проанализировать разные виды кубических уравнений и впервые признал отрицательные корни значимыми. Но он не был автором метода, который описал.

Алгебра в конце XVI века продолжала прогрессировать, особенно в

работах Виета и Томаса Гариота (1560–1621). Оба трудились над кубическими уравнениями, изобретая новые методы их решения и решения уравнений более высокой степени. (Они сводили кубическое уравнение к форме $y^6 + y^3 = a$, которую можно было рассматривать как квадратное уравнение, а уравнения более высоких степеней решали методом аппроксимации.) Другим серьезным шагом вперед стал разработанный Виетом способ понижения степеней уравнений, то есть сведения сложных уравнений к более приемлемым формам. Виет также уделял много времени площадям фигур, ограниченных сложными кривыми. Продолжало развиваться национальное деление: труды Виета оказали влияние в основном на французскую математику, а английские математики предпочитали черпать идеи у Гариота.

Арифметика была полезна в домашнем хозяйстве и на рынках; алгебра позволяла решить хитроумные задачи, которые, в свою очередь, были применимы в коммерческой практике. Но только к науке все это не имело отношения. Арифметика, конечно, использовалась в астрономических расчетах, но предлагаемые ею методы были слишком обременительными. Астрономические вычисления оставались тяжелой монотонной работой, которую мало кто любил. К счастью для астрономии, во все времена находились ученые, которым нравилось сражаться с большими цифрами. Яркий пример – Кеплер. Даже сравнительно несложные астрономические расчеты затрагивали еще одну отрасль математики, интересную только для астрономов, – древнее искусство тригонометрии. Она получила свое развитие у греческих астрономов, в первую очередь у Гиппарха и Птолемея, поскольку существовала необходимость измерять и линейную, и угловую скорости. Греческая тригонометрия первоначально занималась определением длины дуги путем измерения длины хорды соответствующего круга. Таким образом, на рис. 8, если тело движется от A к B по дуге окружности, пройденное расстояние можно определить или измерением угла AOB при известной длине радиуса AO , или из длины радиуса и хорды AB . Таблицы хорд, составленные Птолемеем, давали их длины как части диаметра окружности и соответствующие длины дуг. Разные индо-арабские открытия привели к инновации: треугольник стали делить пополам, чтобы получился прямоугольный треугольник, в котором очень важно отношение половины угла в центре окружности (точка O на рисунке) и радиуса. Это и есть тригонометрический синус, хотя в современной форме появился только в XVIII веке. Тангенсы появились в результате измерения тени для расчета времени. В XV веке прямоугольный треугольник был заменен треугольником, вписанным в круг. В результате

образовался косинус – очень полезная тригонометрическая функция. Секанс и косеканс тоже стали известными в XV веке как побочные продукты навигационных таблиц. Так же как косинус и тангенс, они получили современные названия в XVI веке. Сферическая тригонометрия, рассматривавшая треугольники, образующиеся пересечением окружностей на сфере, широко использовалась в астрономических вычислениях. Отсюда «доктрина сфер», которая началась как простейшая отрасль математической астрономии, включающая только название и определение местонахождения больших кругов Вселенной.

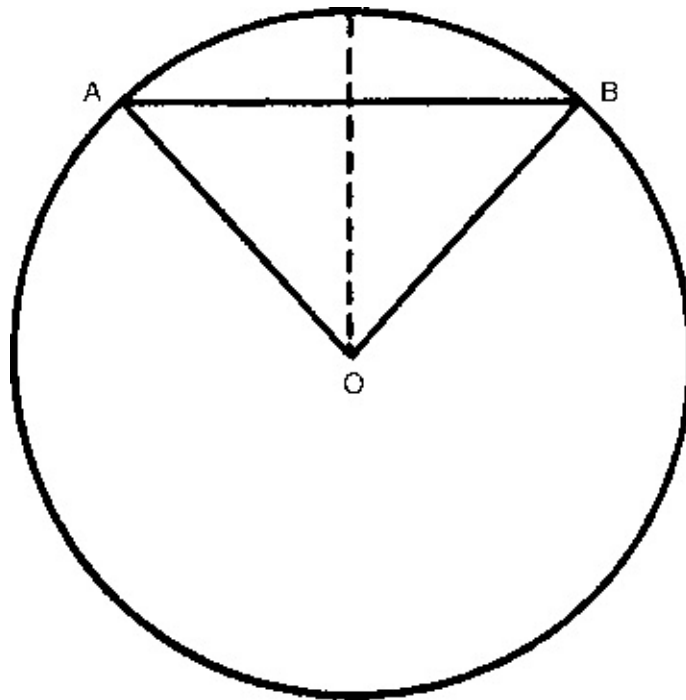


Рис. 8. Геометрическое происхождение тригонометрического синуса

Прогресс в тригонометрии шел упорядоченно: по большей части в «одной упряжке» с математической астрономией. Пурбах и Региомонтан изучали птолемею астрономию, а также тригонометрию и наряду с астрономическими трактатами писали тригонометрические. Пурбах удовлетворился новой таблицей синусов; Региомонтан написал «О треугольниках» (1464, опубликовано в 1533 г.) – полный обзор плоской и сферической тригонометрии. Коперник добавил новые тригонометрические таблицы в качестве приложения к первой книге *De Revolutionibus*, подражая Птолемею, а его таблицы были усовершенствованы Ретиком. В конце XVI века пришло понимание того, что тригонометрические знания могут быть полезны и людям других

профессий. Самые прогрессивные и современные учебные пособия по навигации стали включать основы тригонометрии. Уильям Боро (1537–1598), опытный моряк, на практике познавший исключительную полезность математических знаний, убеждал читателей написанной им книги «Беседы о склонении компаса» (*Discourse on the Variation of the Compas*, 1581) сравнить его мнение с мнением Региомонтана, явно бывшего для него авторитетом. Он с презрением отнесся к таблице синусов, составленной Ретиком, считая, что она хуже, чем таблица Рейнгольда. Он надеялся опубликовать лучшие таблицы, «которые можно будет использовать в навигации и космографии».

Самым важным новым открытием в тригонометрии и математической астрономии стало введением логарифмов Джоном Непером (1550–1614). В XVII веке синусы все еще выражались как длины, и, чтобы избежать дробей, которые затрудняли вычисления, радиус круга, в который вписывался синус, брался очень большим. Это давало возможность вычислять синус в единицах достаточно точно, позволяло избегать дробей, но все еще предусматривало длительные и сложные вычисления. Непер долго искал способ ускорить и облегчить расчеты. Начал он с комплексного анализа отношений между арифметическими и геометрическими прогрессиями больших чисел, но и здесь расчеты оказались слишком трудоемкими. Анализируя результаты, ученый пришел к выводу, что может достичь желанной цели, применив отношения, которые назвал логарифмами. После двадцати лет напряженных трудов он опубликовал в 1614 году «Описание чудесного правила логарифмов» (*A Description of the Marvellous Rule of Logarithms*). В книге он привел таблицы логарифмов синусов и тангенсов и объяснил, как можно умножать синусы, складывая их логарифмы, и делить синусы, вычитая их логарифмы^[138]. Латинская версия Непера была переведена на английский язык Эдвардом Райтом и опубликована в 1616 году. Через три года Непер опубликовал свой метод расчета таблиц. Тем временем профессор геометрии Грешем-колледжа Генри Бриггс (1561–1630) посетил Непера и предложил ему использовать десятичное основание и рассчитывать таблицы обычных чисел так же, как тригонометрические. Непер и раньше намеревался рассчитывать таблицы логарифмов с основанием 10 и с радостью перепоручил это дело Бриггсу. В 1617 году появилась первая часть таблиц, подготовленных Бриггсом. Впоследствии они стали полнее и включили логарифмы тригонометрических функций. В форме, представленной Бриггсом, полезность логарифмов была широко признана, и скоро они стали использоваться в самых разных расчетах. Другие авторы

неоднократно дополняли таблицы, заполняли пробелы, оставленные Бриггсом.

Логарифмы одновременно стали триумфом чистой математики и хорошим подарком математикам-практикам. Их оценили все, и даже неизвестный поэт, написавший в предисловии к переводу Райта «Описания» Непера, что

Их использование велико во всех измерениях
Земли, участков, зданий и фортификаций,
Как и в астрономии,
Географии и навигации.
Во всем этом и многом другом, молодые студенты это
скоро поймут,
Умелые смогут сэкономить время, деньги и усилия.

Глава 8

Организация и реорганизация науки

Оставался только один путь – начать все заново по лучшему плану и приступить к полному преобразованию наук, искусств и всех человеческих знаний на правильной основе^[139].

Ученые XVI века были новаторами и бунтарями. Они сознательно отвергали установившиеся взгляды, делали открытия, с жаром обсуждали новые идеи. Постепенно они пришли к выводу, что для эффективного исследования природы нужны совершенно новые методы. В середине XVI века ученые были слишком заняты – или отстаивая тезис, что вся аристотелевская наука не права (как, например, парижский логик Петр Рамус), или развивая новые гипотезы в конкретных науках – чтобы заняться проблемой общей научной методики. Но в конце века они начали рассматривать возможность реорганизации науки, что привело к появлению философов науки, таких как Фрэнсис Бэкон и Декарт.

Организация бывает двух разновидностей: организация метода и организация людей. В этот период активно обсуждались обе. И знания, и количество людей, этими знаниями обладавшее, стало слишком большим, чтобы можно было и дальше ничего не менять. В XV и начале XVI века ученые-гуманисты составляли небольшую группу эрудированных коллег и поддерживали контакты по переписке. Аналогично содержание науки было все еще простым и ограниченным, чтобы традиционное университетское образование, дополненное самостоятельным чтением авторитетных источников, было адекватным и человек мог считать себя серьезным ученым. Достижения середины XVI века все изменили. Ученые стали публично требовать, чтобы научное образование велось более глубоко и на двух уровнях: на высоком – для будущих ученых, а на широком – для публики, к этому времени оценившей полезность науки. Ученым также должны были расширять личные контакты. Теперь в каждой стране имелись свои ученые, но далеко не все могли проводить большую часть времени в главных университетских центрах Европы. Сначала недовольство выражалось только в горячих дискуссиях, к концу XVI века они начали переходить от слов к делу.

Наука раннего современного периода начинается в университете. И хотя большинство ученых имели университетское образование и многие были преподавателями университетов, наука конца XVI века не была чисто университетской. В этом отношении ранний современный период существенно отличается от Средних веков, когда практически все научные дискуссии велись в стенах университета в рамках стандартной университетской программы. Изменения, произошедшие в XVI веке, только частично являются результатом университетского консерватизма, из-за которого программы не адаптировались к новым идеям. Также изменились природа и содержание самой науки. Университеты, обеспечивавшие общее образование всем, всегда давали своим студентам элементарные научные знания: даже на медицинских факультетах обучали в основном теории, а не практике, да и то на элементарном уровне. Сложные антиаристотелевские идеи XIV века о динамике, новые астрономические теории XV века и новые медицинские теории начала XVI века могли быть представлены студентам только после знакомства с естественными науками. Ведь все новые идеи были тесно связаны по форме и содержанию с аристотелианством, от которого они и произошли.

Новая наука конца XVI века хотя была антиаристотелевской по смыслу, но уходила корнями в другие источники, и знание аристотелевской науки не делало новые идеи постижимыми. Даже математика была теснее связана с Архимедом, чем с Евклидом, а в университете преподавали только евклидову геометрию. Также тексты Сакробоско или Пурбаха не были достаточной подготовкой для астрономии Тихо Браге, а знание трудов Мондино не обеспечивало понимания идей Везалия. Ситуация обострилась, когда после начала века такие люди, как Гарвей, Кеплер и Галилей, явили миру свои новые открытия, в которых было немного общего с традиционной натурфилософией. А пока результатом научной революции не стали новые учебники, академическое образование любого человека, пусть даже будущего ученого, оставалось практически лишенным полезного научного содержания. Получившие университетское образование выпускники конца XVI и начала XVII века проникались лишь презрением к аристотелианству традиционного образования, схоластического по сути и методике. Такие знания могли оказаться полезными лишь в полемике, но более ни в чем. Даже рабочий словарный запас выпускников не был приспособлен к новым идеям и имел лишь одно преимущество – был понятен им всем. Поэтому вряд ли стоит удивляться, что лучшие преподаватели предпочитали частные уроки университетским постам.

Собственно научное образование в XVI веке принимало разные формы, но в основном происходило от практики гуманиста XV века, «семья» которого принимала молодых ученых то ли в подмастерья, то ли в ученики. Так обучал своих учеников в Мортлейке Джон Ди. Самый удивительный пример – домочадцы Тихо Браге в Ураниборге. Там было много слуг, без которых трудно себе представить феодальное хозяйство, а также немало ассистентов и помощников, необходимых для ведения научных работ. К ним можно было присоединить еще нескольких молодых ученых, жаждущих стать астрономами.

Дел было множество. Необходимо было изготавливать и калибровать астрономические инструменты и приборы, вести астрономические наблюдения, проводить алхимические опыты, работать на печатном станке. Сюда приезжали стремящиеся к знаниям кандидаты – аспиранты – не только из Дании, но и из других стран. Ураниборг стал единственным в своем роде научным центром. Когда Тихо Браге покинул Ураниборг, многие его ученики последовали за ним, так что недостатка в помощниках у него не было никогда.

Другую форму научной группы, тоже созданной с целью получения образования, создавал вокруг себя богатый покровитель, который надеялся научиться от ученых, которых полностью или частично содержал. Известный пример из истории Англии – группа сэра Уолтера Рэли. Ее обычно идентифицируют с шекспировской «школой ночи», упомянутой в «Бесплодных усилиях любви». Большинство этих людей были поэтами и драматургами. Но был среди них и математик Томас Гариот, научивший математике и астрономии сэра Уолтера и увлекающихся оккультизмом графов Нортумберленда и Дерби. В этой группе часто велись ожесточенные дискуссии, главным образом философские, а ее репутация была темной (говорили, что в ней занимаются магией и увлекаются атеизмом). В действительности, если не считать того, что многие члены группы интересовались химией – у Рэли был секретный стимулятор, который он испробовал на умирающем принце Генрихе, – в их интересах, вероятно, не было ничего мистического.

Были и другие группы, о которых практически мало кто знал, если в них не входила известная научная личность. На самом деле Линчейская академия, принадлежностью к которой гордился Галилей, во многих отношениях была такой же группой. Ее происхождение и деятельность были ближе к такому собранию, чем более поздние научные общества. Академия деи Линчеи была основана в 1603 году, когда герцог Федерико Чези (1585–1630) увлекся естественной историей и стал изучать ее вместе

с еще тремя учеными. Наиболее известным из них является Франческо Стеллутти (1577–1653), имя которого связано с публикацией первых микроскопических изображений. Как и группа Рэли, Чези и его друзья были заподозрены в оккультных делах (утверждали, что они общаются между собой с помощью шифра), и, судя по всему, они прекратили свои встречи вплоть до 1610 года. Тогда они уже имели официальный статус, и среди тридцати двух членов академии были Галилей и делла Порта. Недавно изобретенный Галилеем оптический прибор стал объектом всеобщего интереса, и именно на одной из встреч академии ему было впервые дано имя – телескоп. Некоторые из членов академии жили не в Риме и вскоре отказались от своих планов вести трудолюбивую, квазимонашескую (но антицерковную) жизнь в коммуне. Возможно, всему виной была дурная репутация группы, которая лишь усилилась, когда в нее вошел делла Порта. Он уже давно хотел организовать Академию тайн природы, и вряд ли стоит удивляться, что все члены группы, разделявшие его увлечения, вскоре оказались заподозренными в колдовстве. Тем не менее «рысьеглазые» продолжали существовать до самой смерти Чези в 1630 году, периодически встречались и даже издавали книги, в том числе некоторые весьма неоднозначные труды Галилея; и Галилей всегда с гордостью сообщал о своем членстве на титульных листах его работ.

Истинная форма академии – организации, созданной членами и ею управляемой, – действительно появилась в XVI веке, но только немногие из них были научными. Ведущую роль в них продолжали играть гуманисты, как, например, в Академии делла Круска, образованной для борьбы за чистоту языка. Некоторые из них имели связи с наукой – академией (или несколькими академиями, образованными после 1550 г. членами Плеяды). Хотя официально ей покровительствовал Генрих III, прекращение ее деятельности после смерти короля было результатом политического хаоса во Франции, а не его влияния. Сначала академики интересовались литературой и искусствами, но со временем проявились и научные цели – в результате акцент на музыку уступил место математике и акустике.

После 1589 года во Франции назрела необходимость возродить королевское спонсорство академий. Интерес к эстетическим и научным аспектам музыки проявился в трудах Мерсенна (1588–1648), чья «Универсальная гармония» (*Harmonie Universelle*, 1627) очень похожа на то, к чему стремились члены Плеяды. Мерсенн прибыл в Париж в 1619 году и подверг критике отсутствие формальной организации для людей науки. Он отметил, что в 1623 году уже нет шансов для формирования таких центров, как прежние академии, но выразил надежду, что в будущем

будет создано нечто лучшее. А пока он активно приглашал интересовавшихся наукой людей посетить его в монастырской келье, став своего рода информатором, то есть человеком, который знает всех ведущих ученых и ведет с ними переписку для обмена новостями.

Были и другие примеры индивидуального покровительства ученого. Одним из корреспондентов Мерсенна был Пейреск (1580–1637), богатый любитель с юга Франции. Пейреск был другом делла Порты и членом Линчейской академии. Впоследствии он стал одним из ранних астрономов-наблюдателей. Его телескоп и прочие астрономические инструменты использовали и другие ученые. Интересен пример Джона Ди. У себя дома в Мортлейке он собрал огромную библиотеку и много научных инструментов, которыми пользовались желающие. Он надеялся, что королева, которая нередко останавливалась в Мортлейке, чтобы узнать последние новости от звезд, пожалует ему удобное поместье где-нибудь в деревне, где он сможет организовать научный центр. Но его надеждам не суждено было исполниться.

Несмотря на неудачные попытки создания официальных научных организаций, узнать новости и обменяться последними идеями можно было только в крупных городах, где было много ученых – они стекались туда в надежде на удачное трудоустройство. Причем, как правило, это были не университетские города. Нюрнберг – центр астрономии, изготовления инструментов и книгопечатания – был больше научным центром, чем любой университетский город. Города привлекали ученых потому, что в них велись математические лекции – часто для ремесленников. Лекции по математике были востребованы и в Париже. В Париж пригласили Ди, и его лекции по Евклиду привлекали столько народу, что предназначенные для этого аудитории не могли вместить всех желающих. Король предложил Ди хорошую плату, если он останется в Париже и будет читать лекции по математике на постоянной основе. И это несмотря на наличие собственного профессора математики, которым в то время был Оронс Фине, имя которого неразрывно связано с гуманистическим Королевским коллежем. Коллеж первоначально создавался для изучения языков, но вскоре там были введены должности профессоров математики и медицины, и лекции читались дважды – на латыни и на французском языке. Но, вероятно, спрос все еще оставался неудовлетворенным.

В Лондоне не было университета, и публичные лекции не устраивались, а преобладали частные, наподобие тех, что читал раньше Роберт Рекорд. Первые публичные научные лекции были организованы по анатомии. Их читал лектор, назначенный объединенной компанией

цирюльников и хирургов (Company of Barbers and Surgeons). С 1583 года в Королевском коллеже велись также ламлианские лекции по хирургии. Предлагались разные способы создания профессуры и академий, но они ни к чему не привели. Первые математические лекции в Лондоне начались в 1588 году – на них допускалась широкая публика. Первый и единственный лектор – Томас Худ – занимался этой работой в течение четырех или пяти лет. Одновременно он написал несколько книг по элементарной математике. Но потом интерес к ним постепенно сошел на нет.

Возможно, это произошло потому, что появилась возможность поднять дело на более высокий уровень. В 1575 году сэр Томас Грешем составил завещание, в котором отписывал значительную часть своей собственности (здание Лондонской биржи и большой дом на Бишопсгейт-стрит) совместно городу и торговой компании. После смерти его и жены наследники должны были обеспечивать семь профессоров – риторики, богословия, музыки, физики, геометрии, астрономии и права, – которым предстояло жить и читать лекции в его доме. Лекции начались в 1598 году. Так появился Грешем-коллеж. Его профессора геометрии и астрономии особенно известны. Первым профессором геометрии стал Генри Бриггс. Выпускник Кембриджа, он занимал эту должность до 1619 года, после чего стал профессором геометрии в Кембридже, впоследствии этот же путь прошли и другие профессора Грешем-колледжа, в том числе Рен. Первым профессором астрономии Грешема стал ничем не примечательный выпускник Оксфорда Эдвард Брервуд. В 1619 году его сменил Генри Гюнтер (1581–1626), уже известный своими работами по навигации и прикладной математике. Преемником Гюнтера в 1626 году стал Генри Геллибранд, как и Гюнтер, интересовавшийся навигацией. Геллибранд открыл изменение склонения магнитной стрелки от истинного севера со временем. Грешем-коллеж стал местом встречи самых разных ученых. Многие деятели науки и врачи встречались в огромном доме Грешема до и после лекций, чтобы обсудить интересные идеи. И это было задолго до того, как сформировалась группа молодых ученых, впоследствии ставшая ядром Королевского научного общества. В каком-то смысле Грешем-коллеж стал университетом нового образования.

Ученые Грешем-коллежа конечно же хотели дать возможность студентам получить научное образование, а также свободно встречаться и обсуждать новые идеи. И хотя они пока немногими принимались всерьез, но верили, что их путь к пониманию природы самый верный. Одним из тех, кто по достоинству оценил идеи ученых, был Фрэнсис Бэкон – не ученый и даже не признанный покровитель науки, ставший самым

красноречивым выразителем научных идей. В ранней молодости (род. в 1561 г.) Бэкон написал своему дяде лорду Бергли, что считает науку своей сферой деятельности. Официальное образование не слишком ему помогло. Проведя короткое время в Кембриджском университете, Бэкон пришел к убеждению, что схоластическое мышление бесплодно и бесполезно. Как Петр Рамус (1515–1542) во Франции, он был склонен думать, что надо только изменить метод умозаключений, введя новую логику, и все будет хорошо. Его последующее образование, официальное и частное, подтвердило этот взгляд. Он постоянно расширял свои знания – чтением и размышлениями – и в конце концов пришел к выводу, что только наука способна дать ключ к истине, а эмпиризм – ключ к науке. Он, как и Фауст, верил, что знание – сила, но он никогда не приравнивал знания и магию. Познакомившись с естественной магией, он очень скоро преобразовал ее в экспериментальную науку. Бэкон был убежден, что нашел лучший, самый короткий и самый безопасный путь к научной определенности, и горел желанием убедить мир в ценности его знаний и ошибочности более ранних методов.

Цель Бэкона – полностью реформировать знание и создать «новое образование» вместо старого (идею разделяли Галилей, его современник, и Декарт – поколением моложе, 1596–1650). Так же как они, Бэкон верил, что реформа научного метода даст возможность совершенствования познания. В отличие от Галилея, он не был ни профессионалом, ни даже серьезным ученым. Его знания о современной науке были на удивление неровными, а идеи о научном эксперименте – наивными и упрощенными. В отличие от Декарта, он не был ни математиком, ни абстрактным философом, ни даже джентльменом, ведущим праздный образ жизни. Он был юристом по образованию и профессии, чрезвычайно занятой публичной личностью.

Постоянно стремился к профессиональному и служебному росту и в конце концов стал лордом-канцлером. Только после вынужденной отставки у него появилось время, чтобы выполнить намеченные работы. Последние пять лет жизни Бэкон посвятил написанию трудов и экспериментам. Именно любовь к экспериментам стала причиной его смерти в 1626 году. Однажды зимой он остановился возле Хайгета, чтобы купить курицу, которую убил и набил снегом. При этом его целью была проверка действия холода на сохранность продуктов, а когда проверил действие холода и на человеческое тело, то вскоре умер от пневмонии. Эксперимент весьма характерный: хорошая идея, опередившая время, исследованная спонтанно, бессистемно, не окончательно, но с пылом.

Первая попытка Бэкона описать свои идеи, касающиеся недостатков современной науки и необходимости нового подхода, была адресована Иакову I и опубликована в 1605 году под названием «Две книги Фрэнсиса Бэкона о достоинствах и приумножении наук, божественных и человеческих» (The Two Books of Francis Bacon, of the Proficiencie and Advancement of Learning, Divine and Human). После просьбы о королевском покровительстве Бэкон перешел к предмету, который его действительно интересовал, – оценке текущих знаний во всех областях. Автор всячески старался избежать тенденции к антиинтеллектуализму и потому соблюдал равновесие между похвалами и обвинениями. Ругал он в основном современные методы познания. Показать преимущества познания было несложно: оно совершенствует ум, укрепляет характер, облагораживает граждан и государство, является источником силы, удовольствия и пользы для людей. Познание в том виде, каком оно существует, не дает ничего из перечисленного выше, потому что подвержено злоупотреблениям, педантизму, излишней приверженности авторитетам, невежеству, мистицизму и т. д. Ловушки человеческого разума, которые Бэкон позднее назвал идолами, его особенно интересовали, поскольку они были присущи человеку. Против них эффективно только одно оружие – осознание и бдительность.

«Люди обычно стремятся к знаниям, руководствуясь разными соображениями.

Одни приобретают тягу к знаниям благодаря естественной любознательности и пытливости или чтобы развлечь свой ум разнообразием. Другие думают о гордости и репутации... или хотят преуспеть в профессии. Но очень редко кто хочет искренне использовать дарованный им разум для блага и использования людьми»^[140].

Для Бэкона благие дела на пользу людям означали многое. Он думал об использовании науки в полезных искусствах для улучшения материального благосостояния человека. Это была достаточно новая идея, и, возможно, она слишком сильно подчеркивалась как главная цель Бэкона, что было в корне неверно. Никто не выступал тверже, чем Бэкон, против зла «стяжательских» знаний. Он стремился к знаниям «просветительским». Но он верил, что знание может дать силу для улучшения человечества, может сделать его счастливее. Во многих отношениях Бэкон был прародителем Просвещения XVIII века. Он критиковал приобретение знания ради личных и тривиальных целей, зато был впечатлен огромными потенциальными возможностями истинного знания и понимал, что учиться следует со всей серьезностью.

Из всего разнообразия человеческих знаний наукам было еще далеко до прогресса – у них не было связной логичной методики. Они даже, в отличие от механических искусств, не строились на предшествующем опыте, считал Бэкон: один век не учился у другого. Аристотель был хорошим ученым, возможно, лучшим, но в начале XVII века люди знали меньше, чем Аристотель. Бэкон писал:

«...Науки не выходят из своей колеи, остаются почти в том же состоянии и не получают заметного приращения; они даже более процветали у первых создателей, а затем пришли в упадок. В механических же искусствах, основание которых – природа и свет опыта, мы видим, происходит обратное. Механические искусства (с тех пор как они привлекли к себе внимание), как бы исполненные некоего дыхания, постоянно крепнут и возрастают»^[141].

Итак, науки, как и механические искусства, должны быть основаны на знаниях о природе и научиться быть кумулятивными. Науке необходима научная методика. Пока неясна структура научного исследования, как можно идти дальше? Отсутствие координации разных направлений научных исследований – одна из существенных причин плачевного ее состояния. Бэкон считал:

«...Пусть никто не ждет большого прогресса в науках, особенно в их действенной части, если естественная философия не будет доведена до отдельных наук или же если отдельные науки не будут возвращены к естественной философии»^[142].

Для Бэкона было естественным, поскольку он был воспитан на идеях и методах права^[143], считать первым шагом классификацию основных областей знаний, включая натурфилософию, после чего станет ясно, что делать дальше. Он разделил все знания на три большие группы – историю, поэзию и философию, каждая из которых соответствовала одному из трех человеческих качеств – памяти, воображению и разуму. Воображение, по мнению Бэкона, являлось до определенной степени вынужденным – трудно родиться в елизаветинском мире и не уметь ценить поэзию, и оно не играет роли в прогрессе науки. История и философия развивались медленно и неправильно. К тому же из общей массы следует выделить естественную историю и естественную философию. Это несложно сделать с естественной историей, которая не имеет тенденции смешиваться с гражданской или церковной историей, но, что касается естественной философии (натурфилософии), все не так просто. Ее следует отделить, с одной стороны, от теологии – вера и натурфилософия не связаны, а с

другой – от метафизики, которая имеет дело исключительно с конечными причинами – «бесплодными девственницами», которым нет места в натурфилософии. Ее он разделяет на дознание причин и получение следствий, спекулятивную и продуктивную, естественную науку и естественное благоразумие. И каждый раздел готов делить дальше.

Несмотря на юридическое образование, классификация Бэкона была не столь описанием, сколь средством демонстрации того, что знания – пирамида, где история – основание. «Так, в натурфилософии основанием является естественная история, следующая ступень – физика, затем метафизика»^[144]. Физика исследует материальные и рациональные причины, метафизика – формальные. Именно вера в пирамидальную структуру знания привела Бэкона к акцентированию роли естественной истории, собранию фактов о порядке в природе... природе заблуждающейся или ошибающейся. природе изменяющейся или измененной; иными словами, об истории живых существ, истории чудес, истории искусств^[145].

Под природным порядком Бэкон понимал природу такой, какой она предстает перед наблюдателем, природа заблуждающаяся или ошибающаяся – это аберрантная природа, отклонившаяся от нормы, это изучение всевозможных монстров и чудес. Кстати, этот предмет показался Королевскому научному обществу не менее интересным, чем Бэкону. Природа изменяющаяся или измененная – это, с одной стороны, любопытные открытия ремесел и механических искусств, с другой – все, что может сделать в процессе опыта увлеченный исследователь.

Тот факт, что искусства и ремесла дают знания деятелям чистой науки, в XVI веке признавали многие, но никто до Бэкона не возводил это утверждение в принцип. А то, что люди должны намеренно экспериментировать, мало кто советовал, и уж точно речь не велась о таких всесторонних и глубоких экспериментах, как предлагал Бэкон. Для него эксперимент был единственным по-настоящему необходимым ингредиентом научных трудов. Без эксперимента, считал он, естественная философия ничем не лучше метафизических разглагольствований, а ученый ничем не отличается от метафизика. Только эксперимент дает ученому ключ от тайн природы и человека, для распознавания которых требуются усилия, – в этом у Бэкона не было никакого сомнения. Он пишет:

«Подобно тому как характер человека познается лучше всего лишь тогда, когда он приходит в раздражение, ведь и Протей принимает обычно различные обличья лишь тогда, когда его крепко свяжут, так и природа,

если ее потревожить механическим воздействием, раскрывается яснее, чем когда она предоставлена самой себе».

Несмотря на цветистый стиль, смысл мысли Бэкона вполне ясен: эксперимент – единственный истинный путь к познанию.

Было еще одно преимущество экспериментального метода, особенно важное для сообществ ученых (которые следует отличать от научных организаций): он позволял работать в команде, когда разные умы могли вносить свой посильный вклад в развитие науки. Факты, полученные из наблюдений или экспериментов, были полезны для ученого, исследовавшего природу. У людей, собиравших факты, и людей, их использовавших, были разные склады ума. Энциклопедия – предшественница научной теории, и человек, собирающий факты, мог не сомневаться, что вносит существенный вклад в прогресс знаний. Шла своего рода демократизация знаний, поскольку ослаблялась нужда в высоких интеллектуальных возможностях, без которых нельзя было обойтись при обобщении фактов. Бэкон писал: «Наш же путь открытия наук таков, что он немного оставляет остроте и силе дарований, но почти уравнивает их»^[146].

Он знал, что это преувеличение. И когда писал фрагментарный рассказ о научной утопии в «Новой Атлантиде», в его доме Соломона – островном научно-исследовательском центре – были люди, думавшие, планировавшие эксперименты, анализировавшие результаты и делавшие выводы, а также люди, наблюдавшие за событиями и выполнявшие эксперименты по указанию других. Хотя Бэкон испытывал необоснованный оптимизм относительно возможностей объединенного труда в науке, он видел фронт работ и для обычных людей, не научных гениев.

Бэкон никоим образом не считал свой экспериментальный путь чистым эмпиризмом. Он не приветствовал случайное экспериментаторство, без цели или руководящего принципа, хотя иногда и совершал ошибку, собирая «в одну кучу» слишком разные эксперименты. Не нравилось ему и исследование одного аспекта природы, такое как Гилберт с магнитом и химик с золотом. Он считал, что «никто не отыщет удачно природу вещи в самой вещи – изыскание должно быть расширено до более общего»^[147]. На основании экспериментов следует выводиться общие аксиомы или принципы, используя метод индукции, а это значит, что эксперименты следует планировать заранее.

Метод индукции стал претензией Бэкона на новую логику, чтобы

заменить Аристотелеву. По этой причине он назвал книгу, в которой изложил этот логический метод, *Novum Organum* (1620). Этой книгой он открыто заявил, что считает себя серьезным философом. Тот факт, что поколения философов критикуют ее как наивную, непоследовательную и вообще неудачную, доказывает, что он добился по крайней мере одного: его приняли всерьез. *Novum Organum* задумывалась автором как труд небольшой по объему, поскольку она была второй частью его «Великого восстановления» – плана возрождения наук, возвращения им надлежащего достоинства и полезности. Ее первая часть – пересмотренная и дополненная латинская версия *Advancement of Learning*, объясняла необходимость развития новых наук. *Novum Organum* объяснял метод. Должны были появиться и другие труды по естественной истории и философии, иллюстрирующие возможности плана, демонстрируя, как перейти от факта к теории. Метод был прост. Индукция – это метод умозаключений, который «выводит аксиомы из ощущений и частных, поднимаясь непрерывно и постепенно, пока наконец не приходит к наиболее общим аксиомам. Это путь истинный, но не испытанный»^[148]. Метод индукции основан на методе эксперимента. При этом рассудок и чувственный опыт могут научиться поддерживать друг друга.

Слабость предложений Бэкона заключается в следующем: как бы хороши они ни были, они не убеждают; даже не надо долго читать, чтобы понять: Бэкон не мог оценить значение индивидуального эксперимента или экспериментального открытия, даже провозглашая его ценность. В какой-то степени так было потому, что он ожидал слишком многого: убежденный в огромном значении экспериментального пути, он не мог поверить, что его правильно применили, если он не дал немедленных удовлетворительных результатов. Так (в 1620 г., когда по этому поводу еще ничего не было опубликовано), он усомнился, окажется ли микроскоп действительно полезным научным инструментом – ведь пока что его испытывали на самых банальных предметах. Хотя Бэкон соглашался с тем, что это изобретение может оказаться весьма полезным, если только его можно применять при рассмотрении более крупных тел, например структуры ткани, драгоценных камней, жидкостей и т. д. Разумное ожидание, не правда ли? Он даже не был уверен в постоянной полезности телескопа: открытия Галилея, конечно, хороши, но ведь телескоп не делает открытий. Он относился с подозрительностью даже к самым первым открытиям, поскольку эксперимент на них остановился, а многие другие вещи, не менее достойные исследования, не открыты с использованием того же средства. Бэкон явно не желал проявлять в научных исследованиях

терпение и понятия не имел, сколько времени они могут занимать.

Он осудил и труды Гилберта, хотя и на других основаниях. По его мнению, после экспериментов Гилберт создал философию из магнетита и увлекся самыми экстравагантными умозаключениями, а значит, нельзя быть уверенным в том, что эксперименты были действительно проведены и описаны. Бэкон пользовался информацией от Гилберта, но с большой осторожностью. Он опасался абстрактных умозаключений, не основанных на эксперименте, и потому не доверял такой чисто теоретической науке, как астрономия Коперника. Он читал труды по астрономии (среди которых, вероятно, были и отдельные работы Тихо Браге) и узнал, что Коперник приписал дополнительное и совершенно ненужное движение Земле, а астрономы вообще начали верить, что возможно создать систему мира, лишенную математических эпициклов, на чисто физической основе.

Но его самый сильный аргумент против Коперника заключался в том, что его система не имела экспериментального подтверждения. На самом деле он отдавал предпочтение системе Тихо Браге, вероятнее всего, потому, что этот астроном больше внимания уделял наблюдениям, чем астрономическим расчетам. Он присоединился к Тихо Браге и другим современным астрономам, отвергавшим особый характер небес, и даже пошел дальше, заявив, что физика небесной и земной сфер идентична. Слишком много явлений, таких как растяжение, сжатие, притяжение, отталкивание и многое другое, происходит и на земле, и в ее глубинах, и в небесах. Установить это можно только наблюдением. Наблюдения могут решить и другие вопросы: действительно ли звезды разбросаны на разных расстояниях в пространстве, правда ли (как утверждал Гилберт), что они вращаются, имеется ли мировая система, или есть только звезды и планеты, которые существуют независимо друг от друга? Астрономы могли протестовать, заявляя, что Бэкон проигнорировал достигнутое ими и потребовал, чтобы они ответили на вопросы, на которые у них нет никаких свидетельств. Но идеи Бэкона об астрономии были разнообразными и сложными, а также являлись весьма полезным антидотом к новой самоуверенности астрономов.

Мнение Бэкона о проблемах, которые ученые должны немедленно попытаться решить, часто неверно, и он испытывал необоснованный оптимизм, уверенный, что исключительно непонимание научного метода мешает получить немедленный ответ. Но он вовсе не был не прав всегда, оценивая, какие проблемы являются самыми интересными и каков правильный подход к их решению. Из всех частей натурфилософии самой важной и менее всего изученной, по мнению Бэкона, было «открытие

форм». Здесь, как и в других трудах, Бэкон использовал терминологию знакомой теории Аристотеля о причинно-следственной связи – только она в то время была доступной, – но внес свои изменения. Поскольку все тела есть соединение материи и формы, должны существовать материальные и формальные причины всех вещей. Бэкон верил, что наука должна заниматься причиной и следствием, но формальная причина, хотя сама по себе не является достаточной, нуждается в разъяснении. Аристотель определил формальную причину – это то, что составляет основную природу вещи, сумму всех качеств, которые делают предмет принадлежащим к определенной категории или классу, поэтому, видя его, мы сразу знаем его название. Изначально Аристотель имел в виду, предположим, качества предмета мебели, по которым мы определяем, что это стул. В натурфилософии «форма» имеет более широкое значение: формальная причина нагревания чайника на огне – тепло, которое несет в себе огонь. А например, золото характеризуется такими формами, как плотность, пластичность, сопротивление коррозии, желтизна и т. д.

XVI век привнес много новых форм для объяснения химических превращений, а в новой физике их было еще больше. У Бэкона был свой взгляд на то, что такое форма. Он писал:

«Хотя в природе не существует ничего, кроме отдельных тел, совершающих чисто индивидуальные действия, согласно установленному закону, но в философии этот закон, его исследование, открытие и объяснение является основой как знания, так и действия. И этот закон со всеми его оговорками я имею в виду, когда говорю о *Формах*»»^[149].

Не зная математических законов, Бэкон был вынужден ввести несколько громоздкий аппарат закона форм. Тем не менее все, что он имел в виду, вполне понятно и опровергает тезис, что он не стремился понять общие принципы природы. На самом деле Бэкон придавал большое значение открытию природных законов форм, результатом чего станет правда в рассуждениях и свобода в действиях^[150].

Открытие форм означало изучение физических свойств материи. Такие вещи, как тепло, цвет, чернота и белизна, редкость и плотность, притягивание и отталкивание, являлись не случайными свойствами, а результатом подчинения материи определенным законам. Значительная часть второй книги *Novum Organum* посвящена взглядам на то, как исследуются и выводятся эти законы методом индукции. Там есть все: сбор фактов, классификация, сравнение, проверка, внесение исправлений, расчетные таблицы, подробнейшие примеры и многое другое, причем

любое действие рассматривается в мельчайших деталях. Трудно поверить, что кто-то мог посчитать это единственно верным методом научных исследований. И тем не менее Бэкон получил результаты в точности такие же, как лучшие умы XVII века, пришедшие к своим выводам совершенно другим путем. Речь идет о следующем заключении: «Тепло есть движение, расширяющееся, ограниченное и действующее на мельчайшие частицы тел»^[151]. Он даже предсказал, что будет обнаружено следующее: ряд других свойств – цвет, белизна, химическая активность и некоторые другие – также результат движения мелких частиц тел. Его язык непонятен, полон мистики, но Бэкон ясно сформулировал предпосылки того, что позднее будет практически повсеместно принято как научный принцип, получивший название механическая философия.

Природа достижения Бэкона в этом отношении с немалой степенью «затуманена» утомительностью изложения. Он обсуждает использование форм только в труде, первоначально предназначенном для объяснения работы индуктивного метода, и раздел о формах был введен как пример этого метода. Он предупредил читателя, что в предлагаемом труде занимается логикой, а не философией. Стремясь не растекаться мыслью по древу, он всячески противился искушению отказаться от описания индукции ради закона форм. Он так и не объяснил, почему считает, что общий метод истолкования форм лежит в изучении материи и движения – хотя этот взгляд ученые следующего поколения, такие как Роберт Бойль, почерпнули именно от него.

Хотя философы и издатели XIX века часто считали доктрину форм Бэкона чуждой его философии только потому, что то, что они называли философией, сам Бэкон именовал логикой. По его мнению, рациональное экспериментальное исследование свойств тел было жизненно важным для развития новой натурфилософии. В этом он оказался пророком, поскольку механическая философия, происхождение физических свойств от структуры и движения материи, от размера формы и движения невидимых частичек, которые составляют видимые тела, стала одним из главных организационных принципов науки XVII века. Бэкон был одним из первых, открыто заявивших, что фундаментальная проблема натурфилософии – найти метод рационального объяснения «оккультных» свойств.

То же самое недвусмысленно, хотя и не так детально доказывал современник Бэкона Галилео Галилей. В своем знаменитом полемическом труде «Пробирных дел мастер» (*Il Saggiatore*, 1623) Галилей одновременно развивал ошибочную теорию природы комет и провел блестящий анализ своего собственного, весьма плодотворного научного метода. Как

следствие необходимости подвергнуть критике взгляды его оппонента на природу тепла он провел грань между объективными и субъективными свойствами физических тел. Он писал:

«Но сначала я должен изложить некоторые соображения относительно того, что мы называем теплом, ибо я подозреваю, что люди обычно имеют об этом представление весьма далекое от истины. Они полагают, будто тепло – реальный атрибут материи, которая нас согревает. Представив себе какую-нибудь материю или телесную субстанцию, я тотчас же ощущаю настоятельную необходимость мыслить ее ограниченной, имеющей определенную форму, большой или маленькой в сравнении с другими вещами. Материя должна находиться в данном месте в то или иное время. Она может двигаться или пребывать в состоянии покоя, соприкасаться или не соприкасаться с другими телами, которых может быть одно, несколько или много. Отделить материю от этих условий мне не удастся, как я ни напрягаю свое воображение. Должна ли она быть белой или красной, горькой или сладкой, шумной или тихой, издавать приятный или отвратительный запах? Мой разум без отвращения приемлет любую из этих возможностей. Не будь у нас органов чувств, наш разум или воображение сами по себе вряд ли пришли бы к таким качествам. По этой причине я думаю, что вкусы, запахи, цвета и другие качества не более чем имена, принадлежащие тому объекту, который является их носителем, и обитают они только в нашем сознании. Если бы вдруг не стало живых существ, то все эти качества исчезли бы и обратились в ничто».

Это удивительно понятная формулировка того, что позднее прославил Лок как разницу между первичными и вторичными свойствами. Первичные свойства – это отличительные черты тел, которые вызывают в нас ощущения, обычно приписываемые нами. Мы все, обычно в детстве, сталкивались со старой логической задачей: когда дерево падает в середине необитаемого леса, производит ли оно шум – ведь его никто не слышит. Галилей впервые дал исчерпывающий ответ. Подняв этот вопрос, он сделал вывод:

«Для возбуждения у нас ощущений вкуса, запаха и звука не думаю, что от внешних тел требуется что-нибудь еще, кроме размеров, форм, числа и медленных или быстрых движений. Я полагаю, что если бы уши, языки и носы вдруг исчезли, то форма, число и движение остались бы, но не запахи, вкусы или звуки. Я глубоко уверен, что без живого существа последние представляют собой не более чем имена».

Установив общий принцип, Галилей, как и Бэкон, обратился в качестве конкретного примера к теплу. Он желал продемонстрировать

следующее: его оппонент заблуждается, думая, что тепло можно генерировать одним только трением. Следовательно, кометы не могут сиять только потому, что очень быстро проходят через атмосферу. Он не намеревался оспаривать то, что от трения тела нагреваются, а лишь хотел показать, что одного только трения недостаточно. Особенно Галилей хотел подчеркнуть, что нечто, быстродвигающееся в воздухе, не обязательно нагревается. Например, он привел рассказ о том, что вавилоняне варили яйца, вращая их в пращах. Сегодня такого результата никто не может добиться, значит, дело в чем-то другом, а не только во вращении. Галилей утверждал:

«Чтобы открыть истину, я буду рассуждать так: если нам не удастся достичь эффекта, ранее достигнутого другими, то в наших действиях недостает чего-то такого, что способствует достижению эффекта, и если нам недостает чего-то одного, то это одно и есть причина эффекта. Мы не можем пожаловаться на нехватку яиц, пращей или крепких парней, которые приводили их во вращение; тем не менее яйца не варятся, а остывают быстрее, если были вложены в пращу горячими. А поскольку нам недостает лишь одного – что мы не вавилонцы, то свойство быть вавилонцем есть причина, по которой яйца становятся круто сваренными».

Отступив от темы полемики, Галилей пришел к выводу, что тепло – результат воздействия движущих частиц огня, содержащихся в материи, на наши органы чувств. Или, говоря его словами, те материи, которые производят в нас тепло и вызывают у нас ощущение теплоты, – мы делаем им общее название «огонь», – в действительности представляют собой множество мельчайших частиц, обладающих определенными формами и движущихся с определенными скоростями. Встречаясь с нашим телом, они, будучи идеально тонкими, проникают в него, и их прикосновение, когда они проходят сквозь нашу субстанцию, вызывает у нас ощущение, которое называется теплом.

Затем он добавляет: «Поскольку одних лишь корпускул огня недостаточно для возбуждения тепла, ибо необходимо что-то еще, чтобы они были в движении, утверждение, что движение есть причина тепла, представляется мне весьма разумным».

Только еще один мыслитель этого периода пытался объяснить свойства тел исходя из их структуры и движения элементарных частиц – малоизвестный голландец Исаак Бекман (1588–1637)^[152]. Он не интересовался публикациями своих работ и довольствовался научными спорами с друзьями. Однако вел подробный дневник, в который записывал самые разные научные наблюдения, опыты и гипотезы. Он создал

комплексную теорию материи еще до 1618 года, частично выведя ее из атомных теорий греческой Античности, но указывая дорогу к той же цели, что и открытие Бэконом форм, и размышления Галилея о причинах ощущений. Как и Галилей, Бекман верил, что тепло вызвано движением огненных частиц в теле, и, так же как Бэкон и Галилей, он считал, что движущиеся частицы ответственны за физические свойства тел. Он утверждал, что «все свойства являются результатом движения, формы и размера атомов, так что следует учитывать каждую из этих трех вещей»^[153]. Хотя он так и не разработал эту мысль в деталях, но постоянно возвращался к ней и периодически делал попытки объяснить якобы таинственные природные явления исходя из материи и движения. (Так, он приписывал действие всасывающего насоса давлению атмосферы.) Утверждения Бекмана были бы всего лишь памятниками старины, если бы не один факт: он был другом и соратником Декарта и оказал существенное влияние на его научные взгляды. Правда, в этом случае Декарт принял общий принцип, заключающийся в том, что свойства тел связаны со структурой и движением мельчайших частиц, отверг вывод, что материя (вещество) состоит из атомов и вакуума.

К 1630 году создалось впечатление, что два поколения ученых не слишком преуспели, поскольку наука оставалась в неорганизованном состоянии. Но это было только внешнее впечатление, и следующему поколению предстояло наглядно продемонстрировать этот факт. На протяжении следующих тридцати лет наконец дали результаты попытки организовать науку путем создания научных обществ, развития работоспособных научных методов, принятия механистической философии и т. д.

Глава 9

Круги появляются в физиологии

Сердце животного – основа его жизни, его главный член, солнце его микрокосма, от сердца зависит вся его активность, от сердца идет его живость и сила^[154].

Анатомия первых трех четвертей XVI века вполне удовлетворительно установила общее строение сердца, как и большинства органов; но с определением функций все было намного сложнее. Физиология, как продемонстрировали попытки Фернеля, не могла уйти далеко от Галена без дальнейших анатомических исследований. Но также, как показали работы Везалия, было совсем не просто уйти далеко от Галена на базе одной только точной анатомии. Трактат «О назначении частей» оставался стандартным справочником и руководством к действию, хотя современные авторы его исправили и модернизировали. Было нечто удивительно старомодное в постоянных ссылках на Галена со стороны людей, знавших анатомию намного лучше, чем он. Но пока они не могли разработать новый подход к физиологическим проблемам, система Галена оставалась актуальной.

На время анатомы были удовлетворены своим пониманием структуры и функций венозной и пищеварительной систем. Везалий, считавший, что у Галена слишком много ошибок, был уверен, что сумел их устранить. Он сохранил галеновскую картину строения сердца, артерий и легких практически неизменной. Возможно, отчасти по этой причине его современники обращали первоочередное внимание на физиологию сердца и легких, физиологию дыхания. Они не знали, что это останется непонятной проблемой до тех пор, пока пневматические исследования середины XVII века не предложат новый метод изучения и новые факты. Даже без новых фактов анатомы XVI века находили рассказ Галена о пути, которым жизненные духи попадали из воздуха в легкие, артерии и ткани, непонятным и неубедительным. И то, что вызывало активное нежелание Везалия вдаваться глубоко в предмет, ставший деликатным из-за теологического подтекста – «дух» и «душа» слишком тесно связаны, привлекало других ученых, придерживавшихся менее ортодоксальной

философии.

Вполне вероятно, что именно теологический интерес заставил Михаэля Сервета (1511–1553) вникнуть в тонкости анатомии и физиологии артериальной системы, ведь, пока ему не выпал случай обсудить механизм, с помощью которого жизненный дух попадал к сердцу, Сервет не проявлял интереса к этой области медицины. Сервет изучал анатомию с учителем Везалия Гюнтером Андернахом и даже одно время работал его ассистентом. Но Сервет взял у своего учителя лишь глубокий интерес к филологическим аспектам медицинского гуманизма и выраженный галенизм, а вовсе не склонность к анатомическим или физиологическим исследованиям. Судя по всему, Сервет обратился к медицине как к профессии, лишь найдя литературу и филологию недостаточно полезными.

Подробности жизни Сервета запутанны, как и его теология, но главное – его страстная приверженность радикальному унитариянству вкупе с гуманистской преданностью трудам древних – сухим и строгим. Он родился в Наварре и вырос в Каталонии; отправленный семьей изучать богословие в Тулузу, он приобрел стойкую неприязнь к католической доктрине. Страстный антиклерикализм еще более усилился после путешествия в Рим, и он предпочел осесть во Франции. Его яростное унитариянство нашло выражение в двух книгах об ошибках троичности, опубликованных еще до того, как Сервету исполнилось двадцать один год. Книги оказались настолько радикальными, что Сервет приобрел репутацию опасного еретика даже в таких протестантских центрах, как Страсбург и Базель. Проявив осторожность, которой он никогда не показывал впоследствии, Сервет сменил имя на Вилланованус (по названию города, в котором прошло его детство), отправился в Лион и там несколько лет работал в издательском бизнесе с перерывами на учебу в Париже. Судя по всему, вначале он проявил некоторый интерес к прикладной математике, во всяком случае, на эту мысль наводит его первый печатный труд – новое издание «Географии» Птолемея (1535). Он также приобрел обширные знания в области астрологии. Свою склонность к полемике он удовлетворил, написав памфлет, полный нападок на ботаника Фукса, который в это время был занят дебатами с лионским врачом по фамилии Шампье. В чем заключалась причина спора, не вполне ясно, поскольку у обоих было очень много общих взглядов, но он дал предостаточно материалов для печати.

Возможно, именно это привлекло внимание Сервета к медицине. В 1536 году он начал посещать лекции Гюнтера в Париже и уже в следующем году написал трактат, в котором обсуждал роль «сиропов» в пищеварении.

После этого он официально стал студентом-медиком, и почти сразу ему было предъявлено обвинение в занятиях астрологией. И хотя его защита оказалась успешной, Сервет второй раз в жизни отказался от неравного сражения и удалился в безвестность – стал практикующим врачом в маленьком городке неподалеку от Лиона. Через несколько лет он перебрался в Вену, восстановил контакты с лионскими издателями и продолжил врачебную практику. Он принял участие в подготовке нового издания Библии, что, возможно, снова возродило его интерес к теологическим дебатам. Как бы то ни было, к 1546 году он завершил труд «Восстановление христианства», который был опубликован в 1553 году под его именем и вызвал бурю возмущения и в католических, и в протестантских кругах. Сервет был вынужден бежать из католической Франции и по пути в Женеве был опознан как человек, который двадцатью годами ранее выступал с критикой Кальвина в своих первых теологических трактатах. Его арестовали, судили и казнили за ересь.

Семь книг «Восстановление христианства» были бесспорно радикально унитариянскими и еретическими. Понять, при чем здесь физиологические дебаты, нелегко. Но связь есть. В книге V говорится о Святой Троице, и здесь, обсуждая природу Святого Духа и то, каким путем Господь наделяет божественным духом человека, Сервет неожиданно обращается к физиологии. Связь прослеживается прежде всего филологическая: древнееврейское слово «дышать» то же, что и «дух». Сервет утверждает, что эти два слова имеют один смысл. После долгих рассуждений о духе и божественном дыхании ему в конце концов удастся примирить превосходство сердца, необходимость воздуха для жизни и библейское отождествление крови и жизни с традиционной медицинской физиологией.

Прежде чем идти дальше, Сервет разъяснил, как и где образуется жизненный дух. Обычно считалось, что жизненный дух образуется в левом желудочке сердца. Сервет первоначально с этим согласился, но потом вступил в противоречие с самим собой. Позже он определил жизненный дух как «утонченный дух, выработанный силой тепла, красно-желтого и большой силы». Он объявил, что «красно-желтый цвет дается живой крови легкими, но не сердцем», потому что в сердце нет органов, способных смешать воздух с кровью и создать красно-желтый сильный дух»^[155]. По мнению Сервета, этот сильный огненный дух вырабатывается в легких из смеси втянутого воздуха с утонченной кровью, которая из правого желудочка сердца передается в левый. Но эта передача идет не через срединную перегородку, как обычно считалось. Кровь гонится вперед по

длинному пути через легкие. Она улучшается легкими, становится красно-желтой и попадает из легочной артерии в легочную вену. В легочной вене она смешивается с втянутым воздухом и при выдыхании очищается от темных отходов. Наконец, вся смесь, хорошо подготовленная для выработки жизненного духа, направляется дальше из левого желудочка сердца.

Это описание малого, или легочного, круга кровообращения, пути, по которому кровь действительно поступает с правой стороны сердца в левую. И это первое известное опубликованное описание нашего времени ^[156]. Как Сервет смог прийти к столь правильному заключению, представить невозможно. Да и многие анатомы, кроме Везалия, сомневались, что кровь пересекает межжелудочковую перегородку, но никто из них не предлагал альтернативу.

Не исключено, что Сервет пришел к правильному выводу благодаря простым умозаключениям. Его прежде всего интересовало, как и где воздух (содержащий очень важный для жизни дух) смешивается с артериальной кровью. То, что главную роль в этом играют легкие, то есть орган дыхания, – вполне разумное предположение. Как отметил Сервет, левый желудочек сердца очень похож на правый, и нет никаких оснований подозревать, что у него более сложные функции. Проще и разумнее предположить прохождение крови через легкие. Все сосуды, которые при этом используются, были хорошо известны даже человеку, обладавшему скорее галеновскими, чем эмпирическими анатомическими знаниями; никаких других знаний не требовалось, чтобы описать легочное кровообращение. Описав его, Сервет продолжил рассуждения о физиологии души.

Ситуация, сложившаяся в связи с опубликованием Серветом его теории малого круга кровообращения, и мученическая смерть послужили причиной его признания историками науки. Первым был Уильям Уоттон, который в 1694 году своей книге о древней и современной науке написал, что ему рассказал друг, имевший копию соответствующей страницы, сделанную кем-то еще, о первом обсуждении малого круга кровообращения в «Восстановлении христианства». Определенно, Сервет сообщил об этом первым. Надо ли обвинять анатомов более позднего периода, которые излагали то же самое в плагиате, вопрос сложный. Как мог узнать тот или иной анатом о работах Сервета, неясно; сомнительно, что кто-то из них, заинтересовавшись теологическими спорами, рискнул прочитать еретическую унитарийскую книгу неизвестного автора (ведь медиком и научным автором был Вилланованус, а не Сервет). Много

экземпляров книги было уничтожено, еще больше сожжено вместе с автором, а уцелела лишь незначительная часть. Вряд ли какой-нибудь любопытный анатом мог ее прочитать, даже если бы захотел.

Вероятно, Сервета все же не стоит считать последователем идеи легочного кровообращения, ведь он мог быть ее создателем. Представляется, что вывод Везалия о том, что нет «прохода» для крови через межжелудочковую перегородку сердца, предполагает необходимость найти другой путь. Анатомы безусловно определяют этот путь – через легкие, поскольку всегда считалось, что через них проходит часть крови. Тем более что проблемы дыхания все чаще становились объектом внимания анатомов. Можно даже предположить, что каждый из них, сказавший «никто никогда не видел этого до меня» – а они делали это часто, – говорил правду, хотя стандарты правды в те времена были низкими, особенно если речь шла о научном открытии.

В XVI веке о легочном кровообращении писал Реальд Коломбо. Его опубликованный посмертно труд «Пятнадцать книг по анатомическим вопросам» (De Re Anatomica Libri XV, 1559), очевидно, был текстом анатомических лекций^[157], которые он читал сначала в Падуе, потом в Пизе и Риме, где послушать его приходили не только студенты, но и горожане. В Падуе Коломбо был претендентом на должность, которая досталась Везалию, но в 1544 году он ее оставил. И Коломбо не преминул отметить, что его успешный соперник допустил множество ошибок, в том числе связанных с функцией дыхания. Как и Везалий, Коломбо моделировал свою книгу по Галену, одновременно изливая гнев на галенистов. Он писал:

«Подумать только, некоторые авторы стойко привержены догмам Галена в анатомии и смеют утверждать, что к его трудам следует относиться как к Евангелию и в них нет ничего, что можно было бы счесть неверным. Просто удивительно, как увлекает людей эта доктрина, и светила анатомии предлагают ее толпе»^[158].

Рассматривая строение сердца, Коломбо легко и убедительно отошел от убеждений галенистов. Описав анатомию правого и левого желудочков, он продолжил: «Между этими желудочками находится перегородка, через которую, как думают почти все авторы, есть путь, открытый из правого желудочка в левый. Если верить им, кровь проходит по этому пути, сделавшись жидкой благодаря духам жизни, чтобы этот проход был легче. Но это большая ошибка. Кровь переносится по вене в легкие и там, сделавшись жидкой, возвращается обратно вместе с воздухом в левый

желудочек сердца. Этот факт никто никогда до сих пор не наблюдал и не записывал, хотя наблюдать его легко мог бы любой».

То, что это мнение совпадает с позицией Сервета, не должно вызывать удивления: да и как могло быть иначе? Ведь оба описывали ток крови из правого желудочка в легкие и в левый желудочек и ее насыщение воздухом в легких. Коломбо не интересовался теологическими аспектами. Для него душа – это нечто иное, отличное от воздуха, и он занимался исключительно физиологической ролью легочной вены. Он считал, что ее функция была неправильно истолкована Галеном и его последователями. Он писал:

«Анатомы... думают, что функция легочной артерии – нести измененный воздух в легкие, которые, как вентилятор, обдувают сердце, охлаждая этот орган, а не мозг, как считал Аристотель. Те же авторы считают, что легкие получают, не знаю какие, дымные испарения, выделенные из левого желудочка. Они определенно думают, что сердце – как дымоход, словно там есть сырые дрова, которые дымят, если их поджечь. Лично я придерживаюсь другого мнения, а именно что легочная вена была создана, чтобы обеспечить ток крови из легких, где она смешивается с воздухом, в левый желудочек. И это не только вероятно – так обстоят дела в действительности».

Функция легких – не только поставлять воздух для регулирования температуры, но также выработать и сохранить жизненные духи, полученные из воздуха^[159]. А левый желудочек сердца – вместилище, а не полость для преобразование воздуха в жизненные духи.

Вероятно, Коломбо изменил бы мнение о других анатомах, знай он, что его книга будет пользоваться у них большой популярностью и вскоре почти все согласятся с его теорией легочного кровообращения. Она имела еще одно преимущество, отмеченное ботаником Цезальпином, последователем Аристотеля, – намного лучше увязывалась с теорией Аристотеля о превосходстве сердца, чем традиционный взгляд. К тому же она была антигаленистской, что для настоящего перипатетика еще один аргумент в ее пользу. Цезальпин был студентом в Пизе, когда Коломбо читал там лекции, и, несомненно, слышал от него о легочном кровообращении. Цезальпин имел четкое представление о соматическом кровообращении на поколение раньше Гарвея, однако утверждения Цезальпина часто противоречивы. У него определенно имелись аргументы, которые могли помочь ему постулировать «движение крови по кругу». Он совершенно правильно отметил, что, когда вена перевязана, она раздувается «на дальней стороне», из чего он сделал вывод, что движение

крови происходит не только в наружном направлении от viscera к разным органам. Отсюда он сделал ошибочный вывод, что таким образом объясняется взгляд Аристотеля на сон. Цезальпин писал:

«Здесь разрешается сомнение, возникающие от того, что Аристотель писал относительно сна. Необходимо, чтобы то, что испарилось, было направлено в какое-то место, потом повернуто обратно и изменено, как Эврип^[160]. Ведь тепло каждого живого существа естественным образом поднимается на более высокое место, но, когда оно достигает его, оно во многих случаях поворачивает обратно и переносится вниз». Вот что сказал Аристотель.

Цезальпин так объясняет эту весьма сумбурную доктрину:

«Когда мы бодрствуем, движение естественного тепла идет в наружном направлении, а именно к чувствительным участкам мозга. Зато когда мы спим, оно происходит в противоположном направлении – к сердцу. Поэтому можно сделать вывод, что, когда мы бодрствуем, большое количество крови и жизненных духов переносится к артериям, а оттуда – к нервам. Когда мы спим, то же тепло переносится обратно к сердцу, и не только артериями, но и венами. Естественный доступ в сердце обеспечивает vena cava, а не артерии. Доказательство тому – пульс. Когда мы бодрствуем, он полный, сильный, быстрый, а когда мы спим, замедляется. Во сне доставка естественного тепла к артериям уменьшается, но сразу возрастает, когда мы просыпаемся. Вены ведут себя иначе. Когда мы спим, они более наполненные, а когда бодрствуем – сжимаются»^[161].

Трудно сделать вывод, что Цезальпин ясно представлял себе физиологию венозной и артериальной систем. Оставим пока вопрос, можно ли считать «естественное тепло» кровью. Судя по всему, он думал, что кровь и тепло вели себя по-разному во сне и во время бодрствования. Он не отвергал важности венозной системы, указав в своей последней книге, опубликованной посмертно в 1606 году, что vena cava имеет такую же важную физиологическую роль, как аорта^[162]. Описание Цезальпина следует считать не аксиомой, а одним из многих вариантов того, как кровь может попасть из правого желудочка в левый. Ни точка зрения Цезальпина, ни других анатомов XVI века не вызвали интерес современников. Их теорию нельзя считать совершенно убедительной, поскольку не хватало неоспоримых доводов Гарвея.

Когда Уильям Гарвей (1578–1657) был уже очень старым человеком, тогда еще молодой ученый Роберт Бойль явился на профессиональную

консультацию. Она не дала полезных медицинских результатов, но оба ученых искренне наслаждались научным общением. Среди прочих тем они говорили о кровообращении, и Гарвей был задан вопрос, как он пришел к такому выводу. Он ответил, что на эту мысль его натолкнули размышления о действии венозных клапанов в направлении венозной крови к сердцу. В своей опубликованной работе Гарвей первенство в «описании» клапанов отдал или Фабрицию, или Сильвию (1478–1553) из Парижа. На самом деле венозные клапаны были описаны несколькими анатомами XVI века^[163], иными словами, они описывали маленькие мембраны, найденные в некоторых венах, но не определили их функции.

Самый полный рассказ о структуре и возможных функциях клапанов содержится в небольшом памфлете «О клапанах в венах» (*De Venarum Ostioliis*), опубликованном в 1603 году Фабрицием из Аквапенденте (1533–1619). Фабриций, получивший степень доктора медицины в Падуе в 1559 году, не утратив связи с университетом, одновременно в течение многих лет давал частные уроки анатомии. В 1565 году он стал профессором хирургии и занимал эту должность до 1613 года. Когда Гарвей впервые начал посещать его лекции в 1600 году, Фабриций, по его словам, описывал клапаны уже шестнадцать лет, и есть независимые свидетельства того, что он действительно упоминал их в 1578–1579 годах. В отличие от своих предшественников, он не только сообщил об их существовании, он также исследовал все вены, чтобы выяснить, в каких есть мембраны, дал анатомические иллюстрации их структуры и попытался объяснить функции. Он писал:

«Механизм, изобретенный здесь природой, очень похож на искусственные средства для управления мельницами. Строители мельниц помещают некие препятствия на пути воды, чтобы удерживать большие ее количества, накапливая для использования. Эти препятствия называются перемычками и дамбами. За ними в подходящем углублении собирается много воды – сколько необходимо. Так и природа работает в венах (которые похожи на русла рек) с помощью шлюзовых ворот, одиночных или парных»^[164].

Возможно, самое важное в описании Фабриция – это гидравлический аспект венозной и артериальной систем. Он считал, что мембраны существуют, чтобы контролировать кровоснабжение. (Эту аналогию впоследствии использует и Гарвей.) Но хотя очевидно, что Фабриций пытался решить проблему крови как проблему простой гидравлики, также ясно, что он не понял роли клапанов для регулирования направления крови

и вообще не думал о них. Используемое слово – *ostiolas* – для него означало скорее «шлюзовые ворота», чем «клапан», и что они служат для регулирования объема кровоснабжения, а не его направления. Он заметил вполне недвусмысленно:

«Природа создала их, чтобы в какой-то мере задерживать кровь, чтобы не дать ей всей массой устремиться к ногам, рукам и пальцам и собраться там»^[165].

Иными словами, мембраны были помещены в вены, чтобы обеспечить равномерное распределение крови для питания разных частей тела. Фабриций не видел, что ему следовало выбрать в качестве модели не мельницу, а насос. На самом деле ему не удалось подойти к пониманию функций мембран ближе, чем его предшественникам, хотя он видел, что они играют механическую роль и связаны с проблемой движения крови. Не заметил он и связи между существованием клапанов и работой сердца. Дело в том, что Фабриций подходил к взаимоотношениям сердца и легких только с точки зрения дыхания (о чем он в 1615 г. опубликовал книгу), и помимо этого он никогда не рассматривал механизм работы сердца^[166]. Кроме того, мембраны были обнаружены в венах. Будь они в артериях, Фабриций мог бы заметить связь с сердцем.

Но венозная система была связана с печенью и оставалась таковой до тех пор, пока Гарвей наконец не установил ее связь с сердцем.

В образовании Гарвея не было ничего, что могло бы побудить его подойти к проблеме иначе. Он изучал галеновскую медицину в Каюс-колледже, потом два года учился у Фабриция в Падуе, получил степень доктора медицины и стал успешным лондонским врачом. От Фабриция Гарвей, безусловно, что-то узнал о преимуществах механического подхода к физиологии, так же как о тенденции замены галеновского превосходства печени Аристотелевым превосходством сердца. Оригинальным стал интерес Гарвея к строению сердца и к таким проблемам, как разные функции двух структурно идентичных желудочков (один из которых управляет потоком духов, второй – потоком крови). Он думал, почему легочная вена служит для питания одних только легких, в то время как такая же вена питает все тело, почему легким нужно больше питания, чем другим органам, почему, если легкие двигаются, правый желудочек тоже двигается. Иными словами, правый желудочек существует только для использования легких?^[167] Такой подход более поздние ученые вряд ли могли назвать механическим. Гарвей пытался найти конечные причины, и здесь, несмотря на теории Бэкона, конечные причины оказались богатыми

на экспериментальные результаты.

Когда в 1616 году Гарвей начал читать лекции в Королевском коллеже, он уже активно работал над структурой и функциями сердца и легких. А в 1618 году он впервые сформулировал свою теорию кровообращения в точных и определенных терминах.

Из строения сердца очевидно, что кровь проходит постоянно через легкие в аорту. Доказано, что кровь проходит из артерий в вены. Отсюда следует, что движение крови постоянно идет по кругу и вызывается биением сердца.

Гарвей, очевидно, понял совершенно четко и ясно, как на самом деле течет кровь. Он осознал, что мембраны в венах и сердце действуют как откидные клапаны, которые открываются, чтобы позволить крови проследовать из легких к левой стороне сердца, но которые не открывались в обратном направлении. Далее Гарвей пришел к пониманию того, что это происходит во всем теле, так что кровь всегда течет из артерий в вены «по кругу» и обратно в сердце и легкие. Так что, пожалуй, именно Гарвея, больше чем любого другого анатома, можно считать открывателем венозных клапанов, поскольку он первым понял, что это именно клапаны.

В течение следующих десяти лет Гарвей продолжал исследование работы сердца и движения крови на животных; результаты были опубликованы в 1628 году в «Анатомическом исследовании движения сердца и сосудов у животных» (*De Motu Cordis*). Гарвей рассмотрел вопрос о деятельности сердца и движении крови с точки зрения анатома. Как и любой анатом XVI века, он с гордостью заявлял, что предпочитает изучать анатомию не по книгам, а в процессе вскрытия, познавать не догматы философов, а тайны природы. Он начал с пути, который указал Гален, и сумел интерпретировать его слова так, чтобы обеспечить поддержку своей новой доктрине. Он писал:

«Доказательство, которое приводит Гален, говоря о проходе крови от вена сава через правый желудочек в легкие, можно применить правильнее, если поменять названия [!], и сказать, что кровь течет из вен через сердце в артерии, и я буду использовать его именно так»^[168].

Как и многие по-настоящему оригинальные мыслители, Гарвей не стремился совершить революцию; он не сомневался в своей уникальности, но не желал настраивать против себя людей больше. Уверенный, что он действительно сделал и увидел то, что никто не видел и не делал раньше, он стремился изложить свои открытия общепринятым языком.

De Motu Cordis – яркий пример научного исследования, основанного

на экспериментальных свидетельствах. Гарвею было мало констатировать факт кровообращения, даже при наличии сильных аргументов; он хотел продемонстрировать свое открытие убедительно и бесспорно, а значит, полностью объяснить функцию сердца, его цель и средства для ее достижения. Результат – короткая, но удивительно сильная книга, в которой читателя поражает изобилие иллюстративного материала, наглядно подтверждающего правоту автора. Гарвей имел все основания утверждать:

«Все эти явления, которые можно видеть во время вскрытий, и множество других хорошо объясняют и полностью подтверждают то, что я утверждаю в этой книге, и отрицают широко распространенные взгляды. Потому что очень трудно объяснить иначе, почему все эти вещи были расположены именно так и функционировали таким образом, как я описал»^[169].

Гарвей больше интересовался функциями сердца, чем легких, поэтому мог использовать для исследований хладнокровных животных, хорошо для этого приспособленных. Иными словами, он мог исследовать функции сердца так, как никто не делал ранее. Он утверждал:

«Не правы те, кто, желая, как все анатомы, описать, продемонстрировать и изучить части животных, удовлетворяются тем, что заглядывают внутрь одного только животного, а именно человека, да и того мертвого»^[170].

Хладнокровные животные были идеальными объектами, и выводы, сделанные на основании исследований относительно функций их сердца, впоследствии подтверждались на теплокровных животных, биение сердца которых замедлялось при приближении смерти. Гарвей начал свои исследования с анализа движения и характеристик сердца. Он установил, что сердце – это мышца и что оно активно во время систолы – сокращения, в момент, когда выталкивается кровь, – а не во время диастолы, как считалось ранее. Иными словами, деятельность сердца заключается в выталкивании крови, а не ее всасывании. Далее Гарвей обнаружил, что он может соотнести расширение артерий, систолу сердца и биение пульса. Он сравнил сердце не с насосом, что мог бы сделать, а только с машиной: функция сердца, по Гарвею, «перенос крови и ее продвижение вперед по артериям по всему телу»^[171].

Установив механику сердечной деятельности, Гарвей перешел к изучению легочного кровообращения, «путей, по которым кровь переносится из вена сава в артерии, или из правого желудочка сердца в

левый»^[172], снова при помощи анатомических экспериментов. Он препарировал живую рыбу, жабу, лягушку, змею, ящерицу и плод млекопитающего, прежде чем решил рассмотреть более сложный случай – млекопитающего. Единственное, что оказалось трудно решить, – это каким путем кровь проходит по ткани легких, и здесь он был вынужден прибегнуть к аналогиям. Теперь он был готов доказать существование систематического кровообращения, кругового движения крови с левой стороны сердца через артерии в вены и в правую сторону сердца через легкие обратно к левой стороне сердца. Это он сделал на основании анатомических свидетельств, подкрепленных телеологическими аргументами относительно соответствия разных структур функциям, которые он им приписал.

Но Гарвей прибег и к новым доводам. Интересно его использование количественного аргумента, основанного на аналогии между кровоснабжением и водопроводом. Он рассмотрел размер желудочка, количество содержимого, которое он выталкивает с каждым сокращением, и скорость сокращений. На основании этого он сделал вывод, что количество крови, посылаемое сердцем в артерии за полчаса, превышает количество крови во всем теле и что за день сердце выталкивает больше крови, чем весит все тело. Поскольку это невозможно, значит, вероятнее всего, через сердце проходит одна и та же кровь, иными словами, есть круговое движение. Количественные аргументы были очень редкими в XVII веке даже в физической науке, а тем более в медицине.

Факт циркуляции наконец объяснил цель венозных клапанов: «Они полностью предотвращают обратный поток от корней вен к ветвям, или из крупных в мелкие сосуды»^[173]. Они гарантируют, что вся кровь потечет к сердцу – из мелких сосудов в крупные. Гарвей обнаружил, что клапаны настолько прочные, что он не смог ввести зонд в неправильном направлении. Осталась нерешенной только одна проблема: средства, при помощи которых кровь проходит из очень маленьких артерий к очень маленьким венам. Только здесь Гарвей был вынужден прибегнуть к чистым умозрительным построениям. Он сделал вывод, что должен существовать, как в легких, участок пористой ткани между артериями и венами, через которую просачивается кровь, пока не найдет входа в вену, – в целом слабое объяснение, поскольку оно никак не затрагивало постоянного и необходимого однонаправленного потока.

Тем не менее у Гарвея были все основания испытывать удовлетворение – «расчеты и визуальные демонстрации подтвердили все

его предположения», и на их основании невозможно не прийти к выводу, что у животных кровь движется по кругу, это движение – результат сердечной деятельности^[174].

Но на самом деле он не мог прекратить поиски новых аргументов, подтверждающих его точку зрения. Проанализировав все доводы – взятые из анатомии, опыта флеботомии и т. д., – он вернулся к цели циркуляции и отношений между структурой и функциями разных органов. Он писал: «Не будет... неуместным добавить, что, согласно также некоторым общим соображениям, это обстоятельство должно быть неоспоримо признано»^[175]. Иными словами, он прибегал к аргументам и на этом уровне тоже.

Большинство его аргументов было взято у Аристотеля. Любопытно, что анатомы, узнав больше и отвергнув Галена, обратились к Аристотелю за философской поддержкой обретенных новых знаний. Аристотель оказался особенно полезным для Гарвея благодаря его доктрине о превосходстве сердца. Этот взгляд Гарвей принимал всецело. Сердце, считал он, «можно назвать началом жизни, солнцем нашего микрокосма, а солнце, в свою очередь, можно назвать сердцем Вселенной». На самом деле научные рассуждения Аристотеля в других областях предлагали поддержку тезиса о круговом движении везде.

Мы имеем такое же право назвать движение крови круговым, как Аристотель, утверждавший, что воздух и дождь имитируют круговое движение небесных тел. Влажная земля, писал он, согревается солнцем и отдает испарения, которые конденсируются, поднимаясь вверх, и в конденсированной форме снова падают на землю, увлажняют ее, и она порождает новую жизнь. Аналогичным образом круговое движение солнца, то есть его приближение и удаление, вызывает штормы и атмосферные явления. Такое вполне может происходить и в теле с движением крови^[176].

Труд *De Motu Cordis* исполнен дифирамбами, восхваляющими сердце и связанное с ним кровообращение, так же как астрономический трактат коперниканца мог возносить хвалу Солнцу. Сердце, как и Солнце, обеспечивает живые существа теплом, важным для жизни и усвоения пищи, оно – король и правитель микрокосма. Все это покрыто налетом мистики, но именно мистицизм воодушевлял Гарвея на исследование функций сердца совершенно не мистическими методами. Гарвею должны были понравиться труды Гилберта и даже Кеплера – он имел аналогичные философские взгляды.

Один аспект работы Гарвея остается загадкой: ничтожное влияние его

открытия на медицинскую практику. Никто – даже сам Гарвей – не выдвинул предположения, что открытие кровообращения выявило ошибочность вековой практики кровопускания. Хотя Гарвей отметил факт, что животное может истечь кровью до смерти, если перерезать артерию, как свидетельство существования кровообращения, он даже не попытался сделать следующий шаг и признать, что кровопускание может принести большой вред. Тем не менее он описал, как существование кровообращения может быть использовано для объяснения некоторых специфических медицинских фактов: почему, например, отравленный или зараженный орган может вызвать болезнь всей системы, почему некоторые болезни сердца затрагивают дыхание, почему лекарства, примененные наружно, влияют на внутренние органы. Почему, к примеру, чеснок, привязанный к ступням ног, помогает отхаркиванию?^[177] Все это были попытки рационализировать «факты», имевшие, как считалось ранее, мистическое или оккультное толкование.

Противодействие взглядам Гарвея часто было очень сильным, но никоим образом не всеобщим. Даже во Франции, где консервативный медицинский факультет в 1650 году полностью отверг новую доктрину, было немало тех, кто ее принял и поддержал. Она стала одним из основных принципов «новой науки» и была признана такими фигурами, как Декарт, и умными молодыми врачами, которые в 1645 году начали встречаться в Грешем-колледже, ставшем зерном, из которого впоследствии выросло Королевское научное общество. Кровообращение стало важным примером в новой экспериментальной натурфилософии. Бэкон не дожил до этого открытия, но ученые более позднего времени посчитали, что Гарвей превосходно проиллюстрировал то, что они считали бэконовским методом, и для них это была высшая похвала.

Глава 10

Круги исчезают из астрономии

Тихо Браге сделал то же, что и Гиппарх. Это послужило фундаментом здания. Тихо Браге выполнил величайшую работу. Мы не можем все делать всё. Гиппарху нужен Птолемей, который строит теорию пяти других планет. Пока Тихо был жив, я достиг этого. Я построил теорию Марса, причем такую умную, что расчеты полностью соответствуют наблюдениям^[178].

Из всех астрономов после Коперника труднее всего понять и оценить Йоганна Кеплера. Он не был наблюдателем – помешало плохое зрение, но активно настаивал на более близком соответствии между теорией и наблюдениями, чем любой другой астроном. Страстный математик-вычислитель, математик-мистик – неоплатонист, он интересовался только математическими формулами, способными представить физический мир. Мистик и рационалист, математик и квазиэмпирик, он постоянно трансформировал очевидную метафизическую чепуху в астрономические взаимоотношения чрезвычайной важности и оригинальности. В высшей степени надменный, непоколебимо убежденный в том, что обладает ключом к тайнам Вселенной, и даже к структуре, запланированной Господом в процессе творения, он всегда признавал свой долг перед предшественниками. Он принимал свои достижения с большой серьезностью и оставил причудливый след в виде сложной процедуры, посредством которой он пришел к эпонимическим законам поведения планет, которыми запомнился. Но Кеплер никогда не называл их законами и не отличал от других, для него одинаково ценных. Большинство из них по праву забыто. Целиком зависимый при выполнении своей работы от наблюдений Тихо Браге, он был твердым, убежденным коперниканцем. Он был трудоголиком, автором двух дюжин книг по астрономии, оптике, математике и религии и одновременно вел масштабную переписку. Его теории мало влияли на современников, поскольку работы, в которых они излагались, были выполнены в стиле, чуждом даже для самых способных астрономов его времени, людей с ясными головами, слишком

презирающими оккультизм и мистику, чтобы пытаться их понять. А поколение коперниканцев-мистиков, таких как Диггес и Гилберт, к 1600 году уже осталось в прошлом. Парадоксально, но факт: идеи Кеплера сначала были высоко оценены исключительно рациональным поколением ученых, работавших после 1660 года, которые видели, что их можно применить к механическим системам Вселенной, убрав мистический контекст, куда Кеплер их поместил.

Кеплер принадлежал к первому поколению истинных коперниканцев. Он изучил элементы коперниканизма под руководством Местлина, еще будучи студентом. Хотя Местлин долго читал лекции только по системе Птолемея, его лекции в Тюбингене, когда там учился Кеплер, включали представление и о новой, и о старой астрономии. И это во вступительном курсе. Сначала Кеплера не привлекала астрономия. Он родился в 1571 году в небольшом городке Вюртемберге в респектабельной, но обедневшей благочестивой лютеранской семье. Родители решили, что старший сын должен принять сан, и потому он стал учиться в семинарии, чтобы подготовиться к поступлению в протестантский университет Тюбингена. В начале учебы Кеплер проявил себя старательным студентом, твердым в вере, но, вероятно, не сумел вынести жесткости лютеранской доктрины. Его религиозные взгляды впоследствии никогда не были целиком приемлемыми для лютеранских конгрегаций разных городов, в которых ему доводилось жить. Да и темперамент не позволял видеть в нем успешного пастора. В то же время Кеплер имел заметную склонность к математике. Вот факультет в Тюбингене и предложил ему пост районного математика и учителя математики в протестантской семинарии австрийского города Граца. Поскольку духовный пост ему никто не предлагал, Кеплер в 1594 году с большой неохотой стал учителем математики.

Что бы ни думал в это время Кеплер, он был прекрасно подготовлен к своей новой работе. Местлин был одним из самых уважаемых в Германии преподавателей астрономии и одним из немногих, кто в своих лекциях касался и птолемеевой, и коперниковской астрономии. Он предлагал своим ученикам серьезно взвешивать все за и против двух систем. В предисловии к своей первой книге Кеплер, всегда старавшийся объяснить историю появления своих идей, писал:

«Со времени в Тюбингене, шесть лет назад, когда я наслаждался общением с выдающимся наставником — Михаэлем Местлином, я чувствовал, насколько неудовлетворительна концепция многих движений в мире. Одновременно я почувствовал восхищение Коперником, которого

мой наставник часто упоминал в своих лекциях, и не только часто защищал его взгляды в диспутах по физике с другими студентами, но даже составил целую речь в защиту его тезиса о том, что «первое движение» берет начало от вращения Земли»^[179].

Ясно, что Кеплер получил лучшее и более современное образование в теоретической астрономии, чем любой другой астроном его возраста.

Профессиональные обязанности в Граце не были обременительными. От Кеплера ждали подготовки ежегодных календарей, содержащих полную астрономическую информацию, щедро приправленную астрологическими предсказаниями (против которых он не имел ничего), и обучения студентов, пожелавших изучать его предмет. Таковых было немного. В отличие от крупных университетов, в Граце астрономия не была востребованной, а Кеплер был недостаточно хорошим лектором, чтобы пробудить интерес к предмету. Никого не интересовало, есть у Кеплера студенты или нет. Тем не менее его услуги оставались доступными, если в них возникнет необходимость. Да и календари он составлял исправно. Так что была полная возможность делать то, что его интересует. А занимался он устройством личной жизни (после долгих ухаживаний он в 1596 г. женился на молодой вдове) и исследованиями в области теоретической астрономии. Весь 1595 год посвятил разработке новой теории математических связей, затрагивающих размеры планетарных орбит. Результаты он с гордостью отослал Местлину, который в 1596 году опубликовал *Mysterium Cosmographicum*.

Кеплер был невероятно горд своей победой и отослал экземпляры своей первой книги князьям, которые могли предложить ему лучшую должность, и видным ученым, среди которых был Тихо Браге. Как минимум один экземпляр попал в Италию, где его увидел Галилей, тогда еще профессор математики в Падуе, неизвестный как астроном. Галилей написал молодому человеку весьма приветливое письмо: разъяснил, что не сумел прочитать его работу от начала до конца, но похвалил за преданность теории Коперника, приверженцем которой он и сам являлся. После этого Кеплер сделал попытку начать регулярную переписку с Галилеем. Тихо Браге тоже ободрил молодого ученого. Мистицизм книги не мог оттолкнуть того, кто верил, как и Тихо Браге, что алхимия и астрология – пути к истине. Он увидел, что Кеплер – способный и старательный астроном-вычислитель и сможет стать отличным помощником в Ураниборге. Поэтому Тихо Браге настоял, чтобы Кеплер присоединился к нему, пообещав доступ к своим наблюдениям. Но Кеплер отказался. Тогда, как и позже, он не хотел покидать немецкоязычную

страну и не видел никаких причин покидать Грац.

Но ситуация в Австрии и на юге Германии быстро ухудшалась. Силы католической Контрреформации медленно, но верно отодвигали протестантские границы. Осенью 1597 года всем протестантским священнослужителям и преподавателям было предписано покинуть Грац. Исключение было сделано только для Кеплера – подобное будет повторяться и впредь в аналогичных ситуациях. Он считался ненадежным элементом среди ортодоксальных лютеран, считавших его слишком либеральным (и слишком склонным к кальвинистской доктрине, хотя, вероятно, католические власти этого не знали). Также он был в хороших отношениях со многими католиками, включая некоторых иезуитов – авангардную силу католицизма. Кеплер никогда не отказывался от религиозной дискуссии, хотя в конце твердо отвергал предложения иезуитов о переходе в другую веру. При этом он вежливо разъяснял, что и так католик, поскольку является христианином. Он, безусловно, не был непримиримым антикатоликом, как большинство его собратьев по вере. Гражданские власти, вероятно, считали, что лучше иметь в своем распоряжении районного математика, который одновременно является способным астрономом и составителем гороскопов, чем человека, который будет исправно посещать мессы, забывая о звездах. И Кеплер остался в Граце еще на три года, в течение которых размышлял о таинствах Солнечной системы.

Но к 1600 году требования религиозного единообразия стали настойчивее. Кроме того, Тихо Браге покинул Данию и обосновался в Богемии, став придворным математиком императора – на этом посту он мог использовать ассистентов. Кеплер решил узнать, осталось ли в силе первоначальное предложение Тихо и можно ли все устроить на основе, удовлетворяющей и его гордость, и его кошелек. Он отправился в Прагу, и после долгих переговоров были определены условия, приемлемые для обоих астрономов. Кеплер быстро устроился и стал с большим энтузиазмом исследовать орбиту Марса, используя информацию, собранную на протяжении многих лет. Это исследование привело его к таким замечательным открытиям, что он по праву мог считать себя создателем новой астрономии.

Смерть Тихо Браге в 1601 году почти ничего не изменила для Кеплера. Пришлось только потратить время на переговоры с императором и наследниками Тихо. В конце концов, Кеплер сохранил доступ к бумагам Тихо Браге и продолжил его работу, а потом занял и его должность придворного математика. Должность не была обременительной –

требовалось только затратить немалую энергию, чтобы получить обещанную плату. Кеплер составил несколько гороскопов для императора, а также намеревался завершить планетарные таблицы, основанные на данных Тихо Браге, которые должны были быть составлены еще до смерти Тихо. Кеплер работал над ними годами, никогда не забывая о них, но постоянно отвлекаясь на другие, более интересные работы. Наконец, в 1623 году они были закончены, но их выпуск задержался еще на пять лет из-за хаоса войны. И лишь в 1627 году увидевшие свет таблицы Рудольфа – рудольфины – стали достойным памятником Тихо Браге от его самого достойного ученика.

Занимаясь своими официальными обязанностями, Кеплер одновременно решал множество проблем, касающихся орбиты Марса, оптики рефракции, новой звезды (1604), математики, рассмотрения новых астрономических наблюдений Галилея. Также он вел обширную научную переписку. Но Кеплер не был полностью счастлив в Праге. Император старел (он умер в 1612 г.), и политические беспорядки, которые предшествовали началу Тридцатилетней войны, показывали, что Прага перестала быть подходящим местом для научной работы. Встревоженный Кеплер переезжает в австрийский город Линц.

Здесь должность математика лучше оплачивалась, чем в Граце, да и расположен он был ближе к Южной Германии, куда ученый всегда надеялся – и напрасно – вернуться. Кеплер прожил в Линце четырнадцать лет, до тех пор, пока война не вынудила его перебраться в другое место для обустройства рудольфин, теперь полностью законченных, и для жительства своей семьи. Таблицы были опубликованы в 1627 году в Ульме.

Кеплер приобрел широкую известность как научный наследник Тихо Браге, чему способствовали и его расчеты, основанные на наблюдениях старого ученого, и его собственные труды 1604 года о новой звезде. В 1610 году поэт Джон Донн написал в своем сатирическом произведении *Ignatius his Conclave*, что после смерти Тихо Браге Кеплер заботится, чтобы ничто в небесах не происходило без его ведома. Такого было мнение человека, далекого от науки. Астрономы знали, что Кеплер написал четыре работы по теоретической астрономии: «Тайна мира» (*Mysterium Cosmographicum*, 1596), «Новая астрономия» (*Astronomia nova*, 1609), «Коперниканская астрономия» (*Epitome of Copernican Astronomy*, 1617–1621), «Гармония мира» (*Harmonices Mundi*, 1619). Все они имели коперниковскую направленность и имели отношение к новой, смелой и не вполне понятной форме астрономической теории, основанной на математике. Эти труды создали репутацию Кеплера, но были невысоко оценены после его смерти.

В системе Коперника Кеплер видел высший порядок и гармонию. С самого начала своих астрономических размышлений Кеплер был убежден, что во Вселенной больше порядка и гармонии, чем могут выявить обычные астрономические методы. Под порядком и гармонией Кеплер подразумевал два немного отличающихся аспекта космоса: один – отражение свойств божественного Создателя, другой – набор математико-физических связей: мистическая гармония и математическая. Именно эта концепция привела Кеплера к рассмотрению символов Бога через наблюдения Тихо Браге, не отказываясь ни от мистического видения, ни от фактов, полученных из наблюдений. Он постоянно работал, пока два аспекта не стали одним. Как Кеплер сообщил читателям *Mysterium Cosmographicum*, «суть трех вещей особенно интересовала меня – почему они устроены так, а не иначе: число, размеры и движения небесных орбит. Так получилось из-за удивительного соответствия вещей неподвижных – Солнца, неподвижных звезд и промежуточного пространства – и Бога Отца, Сына и Святого Духа. Этой аналогии я буду следовать дальше в *Mysterium Cosmographicum*»^[180].

Это была его излюбленная аналогия, подсказавшая Кеплеру причину для исследования и мистическое видение вопроса. Двадцать лет спустя в *Epitome of Copernican Astronomy* он опять сравнит центр мира с Богом Отцом, сферу неподвижных звезд – с Сыном, а планетарную систему – со Святым Духом. Причем это был не один только пантеистический мистицизм, как для Джордано Бруно. Это был одновременно религиозный комфорт и мощный стимул к исследованиям – *физическим* исследованиям. Гармонии мира ничего не значили для Кеплера, если они не соответствовали точным наблюдениям. Даже в первой попытке, еще до работы с Тихо Браге, Кеплер повторял свои вычисления снова и снова в течение всего лета, прежде чем нашел математическое выражение, достаточно близкое к лучшей информации, которую он сумел получить. Поскольку он надеялся, что более точная информация позволит ему открыть еще более чудесные взаимосвязи, он в свое время захотел работать с Тихо Браге. Как-то он заметил: «Поскольку всемиловейший Господь дал нам такого в высшей степени внимательного наблюдателя, как Тихо Браге... нам следует с благодарностью принять такой дар»^[181]. Кеплер признавал, что именно наблюдения Тихо Браге сделали ошибки более ранних теорий понятными. Независимо от того, помогало ему это или мешало, но Кеплер лояльно принимал работы Тихо Браге и считал их совершенным фундаментом, на котором он должен строить свои теории, с готовностью отбрасывая месяцы работ, если вычисления показывали, что

его теория не настолько точна, как того требуют наблюдения. Никогда раньше астроном не придерживался столь жестких взглядов о необходимом соответствии между наблюдениями и теорией. И никогда раньше вычислитель не делал таких точных, последовательных и надежных наблюдений, на основании которых работал. Кеплеру повезло иметь такую обширную базу наблюдений, и его гений позволил ему в полной мере воспользоваться их точностью. Никто, кроме него, не смог так полно использовать труды Тихо Браге – этот факт Кеплер всегда с готовностью признавал, но даже лояльность не могла заставить его принять систему Тихо Браге вместо системы Коперника.

Убежденный коперниканец Кеплер подчинялся предписаниям Тихо Браге и оправдывал свое использование работ Тихо, увеличивая расчеты. В «Новой астрономии» (это первая его работа на основе информации Тихо Браге) он рассчитал все элементы орбиты Марса для трех систем: Птолемея, Тихо Браге и Коперника. В 1619 году он заметил, что его изучение совершенной гармонии небесных движений и их происхождения имеет в своей основе те же эксцентриситеты, полудиаметры и периоды, что и в системе Тихо Браге и Коперника. (К тому времени, как он подошел к оформлению титульного листа пятой книги «Гармонии мира», он уже не видел необходимости упоминать систему Птолемея.) Так он ублажал свою совесть, оставаясь твердым коперниканцем. Но в других отношениях он был скорее последователем Тихо Браге, чем Коперника. Как и Тихо, он отвергал идею кристаллических сфер (хотя, опять-таки как Тихо, сохранял окружающую сферу, расположенную за неподвижными звездами, дававшую границы миру). Это позволило ему принять теорию комет Тихо Браге (который считал их телами в небесах, движущимися между орбитами Венеры и Марса). Как и Тихо Браге, Кеплер трансформировал планетарные сферы в орбиты, но, в отличие от Тихо, он понял, что необходимо найти физическую причину сохранения орбит. Недостаточно утверждать, что планеты движутся по фиксированным орбитам, имеющим постоянный размер и форму, расположенным в пространстве на определенных расстояниях от центра Вселенной. Кеплер считал необычайно важным выяснить, почему это происходит, и был готов искать причину, пока не найдет ее.

Кеплер, словно маленький мальчик, был одержим поиском ответов на многие неясные вопросы. Почему половина Вселенной (центр и окружение) находится в покое, а другая половина – в движении? Почему внешние планеты движутся медленнее, чем внутренние? Почему планеты имеют орбиты такой формы, а не другой? Почему существует шесть

планет, а не больше или меньше? Для Кеплера ответы должны были иметь физический и математический аспекты. Сказать, что шесть – совершенное число, как это делали греки, называвшие так числа, равные сумме всех своих делителей, недостаточно. Кеплер снова спрашивал: почему? Какова физическая суть этого математического факта? Именно всеобъемлющее любопытство стало основой его первой книги. Могут ли геометрические фигуры использоваться, чтобы дать конкретную реальность численной связи? Вокруг вершин треугольников, указывающих разные положения соединения ^[182] Юпитера и Сатурна, можно провести круг. Но, к сожалению, его расчеты не соответствовали истинным размерам планетарных орбит. Значит, хотя геометрическая «гармония» казалась привлекательной, Кеплер неохотно отказался от этого расчета. В любом случае необходимо отыскать геометрическую взаимосвязь, включающую все планеты. Кеплер писал:

«Я подумал, что если для объяснения размеров и пропорций шести орбит, принятых Коперником, можно отыскать среди бесконечно многих фигур пять, отличающихся от других какими-то особыми свойствами, получится то, что я хочу. И тут я устремился вперед с новыми силами. Какое отношение имеют плоские фигуры к пространственным орбитам? Тут скорее следовало бы обращаться к пространственным телам. Теперь, любезный читатель, ты знаешь мое открытие и предмет всей книги» ^[183].

Несколько наивно Кеплер считал твердые тела более физическими и менее геометрическими, чем плоские фигуры, а значит, более важными. Он был настолько восхищен своим новым открытием, к которому пришел, рассматривая платоновы тела, что не сдержался и сообщил об этом читателям уже в предисловии. Открытие заключалось в следующем:

«Орбита Земли есть мера всех орбит. Вокруг нее опишем додекаэдр. Описанная вокруг додекаэдра сфера есть сфера Марса. Вокруг сферы Марса опишем тетраэдр. Описанная вокруг тетраэдра сфера есть сфера Юпитера. Вокруг сферы Юпитера опишем куб. Описанная вокруг куба сфера есть сфера Сатурна. В сферу Земли вложим икосаэдр. Вписанная в него сфера есть сфера Венеры. В сферу Венеры вложим октаэдр. Вписанная в него сфера есть сфера Меркурия. Теперь вы имеете обоснование числа планет».

Далее следовала большая иллюстрация столь милой сердцу гармонии: фигуру часто воспроизводят, но редко в достаточно большом масштабе, чтобы отдать ей должное. Кеплер всегда настаивал, чтобы орбиты были представлены в масштабе.

Современному читателю все это может показаться сущей чепухой; трудно понять, чем физическая суть этой взаимосвязи отличается от всего того, что Кеплер ранее отверг. Но сам Кеплер был в восторге и хотел лишь одного – более точных вычислений размеров орбит. Он был уверен, что взаимосвязь станет еще более очевидной, а это позволит ему отнести каждую планету к системе мира в целом, что раньше никому не удавалось. Для большей наглядности Кеплер даже поместил Солнце в центр своей Вселенной (вместо того чтобы сделать центром Вселенной центр земной орбиты, как Коперник), хотя это и означало возвращение экванта, математического инструмента, отвергнутого Коперником. Но решение Кеплера оправданно, поскольку благодаря ему он пришел к новым размышлениям о скорости планетарных движений в разных точках орбит, что, в свою очередь, позволило ему отказаться от экванта раз и навсегда.

Соответствие между кеплеровским решением космологической тайны и коперниковским определением размеров планетарных орбит было не таким близким, как хотелось бы Кеплеру. Чтобы получить более точную информацию, он стремился работать с Тихо Браге, даже если это означало временное подчинение собственного коперниканизма желаниям хозяина. Кеплер втайне надеялся, что у Тихо уже имеется вся необходимая ему информация, и был несколько растерян, убедившись, что есть только необработанные цифры, а почти все вычисления еще предстоит сделать, так что он не сможет немедленно заняться тем, что его интересует. Он не был против вычисления элементов орбиты Марса – ему нравилось заниматься вычислениями, а Марс (что весьма любезно с его стороны) стал быстро давать интересные результаты. Для начала он открыл, что Солнце и вся круговая орбита Марса лежат в одной плоскости (довод в пользу системы Коперника), пусть даже плоскость орбиты наклонена к эклиптической^[184]. Чем дальше он изучал

Марс, тем больше открытий совершал, и еще больше предстояло совершить.

Кеплер не мог понять неравномерность движения планеты по орбите; ее скорость изменялась, не подчиняясь какому-либо известному закону. Она определенно не была одинаковой ни в отношении Солнца, ни в отношении собственной орбиты (круг, эксцентричный Солнцу), ни в отношении любой точки в пределах орбиты. Ошибка при этом не превышала восьми минут дуги (на такую ошибку Коперник не обратил бы внимания), но Кеплер знал, что наблюдения Тихо Браге точны, поэтому такая погрешность его не устраивала. Для проверки он попытался вычислить скорость Земли и обнаружил, что Земля ведет себя примерно

так же. В общих случаях планеты двигались быстрее, приближаясь к Солнцу, и медленнее, когда удалялись от него. Но ни в одном случае не было никакого единообразия в перемене характера движения. Перед Кеплером теперь стояло две проблемы: как найти математическое выражение этого изменения и как объяснить его существование. Решение первой проблемы потребовало сложной математики с привлечением архимедова интегрирования, путем суммирования маленьких линий и участков. Но результат того стоил. Так появился на свет второй закон Кеплера (хотя автор никогда не выражал его в современной форме): радиус-вектор, проведенный от Солнца к планете, описывает одинаковые площади за одинаковое время (рис. 9). Математический вывод вместе с подробнейшими доказательствами занимает большую часть «Новой астрономии» (части III). Это было замечательное математическое открытие, касающееся планет, и, главное, оно допускало физический смысл. Ведь причина этой вариации должна заключаться в неотъемлемых свойствах планеты или центра мира. Кеплер считал, что в обоих случаях мог их выяснить.

Он уже задумался относительно возможной причины изменения планетарной скорости и задавал себе вопрос: нет ли какого-нибудь движущего духа или души (аніма) в Солнце, как-то связанной со светом? Но вскоре Кеплер познакомился с концепцией Гилберта магнитных сил.

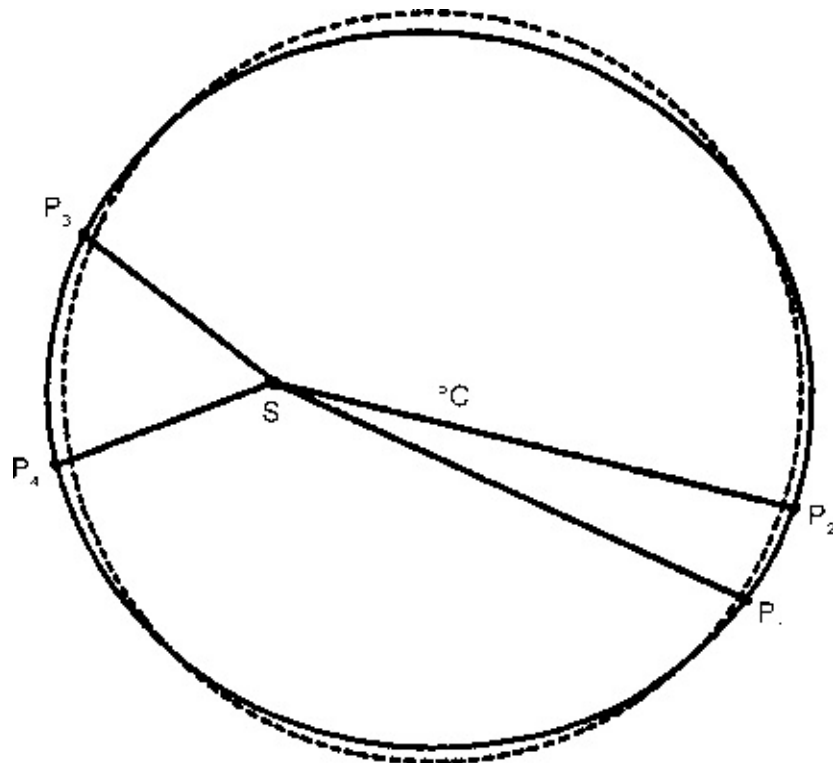


Рис. 9. Закон площадей Кеплера. Площадь треугольника SP_1P_2 равна площади треугольника SP_3P_4 , где S – Солнце, а P_1, P_2, P_3, P_4 – положения планеты. Пунктирная линия – круг эксцентричный к S с центром в точке C (центр эклиптической орбиты). Это близкое приближение к истинной эклиптической орбите, чей эксцентриситет здесь слегка преувеличен, даже для Марса

Много лет спустя в четвертой книге «Коперниканской астрономии» (опубликованной в 1620 г.) он объявил о своей зависимости от других ученых:

«Большинство моих доктрин я позаимствовал у других, но слава принадлежит мне: ведь я построил всю астрономию на коперниковской гипотезе мира; наблюдениях Тихо Браге и магнитной философии англичанина Уильяма Гилберта»^[185].

Магнитная философия Гилберта теперь дала Кеплеру именно то, что ему было необходимо, чтобы объяснить подсчитанные вариации планетарных скоростей. Кеплер развил идею о силе (или «действующем средстве»), подобной магнетизму и обладающей силой притяжения. Магнитное притяжение было обнаружено в процессе экспериментов, и было известно, что оно может распространяться на большие расстояния. Его можно было привлечь для объяснения, почему движение планеты, приближающейся к Солнцу, больше и меньше, когда два тела находятся дальше всего друг от друга. Притяжение, вызываемое этим действующим средством, – это не просто сила, а истинное притяжение – на самом деле движение. Не то чтобы это движение осуществлялось без ограничения – все тела должны иметь сопротивление движению. Все планеты, как и Земля, по мнению Кеплера, также обладали квазимагнитным движущим средством. Побудительное действующее средство Солнца соединилось с движущим действующим средством планет, чтобы создать особые изменения скорости, характерные для орбитального движения. Существование магнитных сил в каждой планете, варьирующихся с размером планеты, объясняло таинственное свойство – тяжесть. Тяжелые тела стремятся к Земле не потому, что хотят занять свое естественное место, а из-за магнитного притяжения.

Теория разрабатывалась и детально уточнялась много лет; но уже в 1609 году в «Новой астрономии» было сказано, что Солнце, поворачиваясь вокруг своей оси, излучает свой магнетизм аналогично тому, как излучает свет, и при вращении создает нечто вроде воронки. Позднее в

«Коперниканской астрономии» Кеплер выразился точнее. Он привел диаграмму, показывающую, как ориентация магнитных полюсов планеты, вращающейся вокруг Солнца (собственными полюсами которого являлись поверхность и центр), объясняет и орбитальный путь, и орбитальную скорость (рис. 10). Теперь у Кеплера было физическое объяснение математических законов. Его магнитное действующее средство было оккультной силой, и все планеты, бывшие магнетитами, одновременно являлись живыми телами.

Даже после нахождения математического закона планетарного движения и физического объяснения его существования оставалось разобраться с формой планетарной орбиты. Чем больше исследований проводил Кеплер, тем яснее ему становилось, что планеты не могут двигаться по идеальным круговым орбитам, эксцентричным Солнцу. Такие орбиты могли быть метафизически обоснованы, но они не соответствовали физической реальности. В «Новой астрономии» Кеплер (как обычно, дав читателю в предисловии краткое изложение своих взглядов) подробно описал причины, которые привели его к этому выводу, математические вычисления, его подтвердившие, и методы, которые он использовал, чтобы сформулировать новую гипотезу и доказать ее. На одном этапе (Кеплер никогда не избавлял читателя от описания своих мучительных раздумий) он подумывал об отказе от закона площадей, но дальнейшие утомительные вычисления показали, что он действует и что он несовместим с предположением об идеально круглой орбите. Эта несовместимость была особенно заметна на примере Марса, которому в лучшем случае нужна была орбита с намного большим эксцентриситетом, чем у Земли^[186]. Используя закон площадей, Кеплер сумел вычислить расстояние Марса от Солнца в разных точках орбиты. Из этого неоспоримого свидетельства, перед лицом древнего предрассудка о круговом движении, который ни Тихо Браге, ни Галилей никогда не подвергали сомнению, Кеплер сделал следующий вывод:

«Ясно, что орбита планеты не круглая; она сжимается по бокам и снова расширяется до амплитуды круга в перигее. Такая форма называется овалом»^[187].

Находился ли Кеплер, сознательно или бессознательно, под влиянием гипотезы Тихо Браге о том, что кометы могут двигаться по овальным орбитам? Или, как и Тихо Браге, он пришел к такому заключению на основании аналогичных свидетельств?

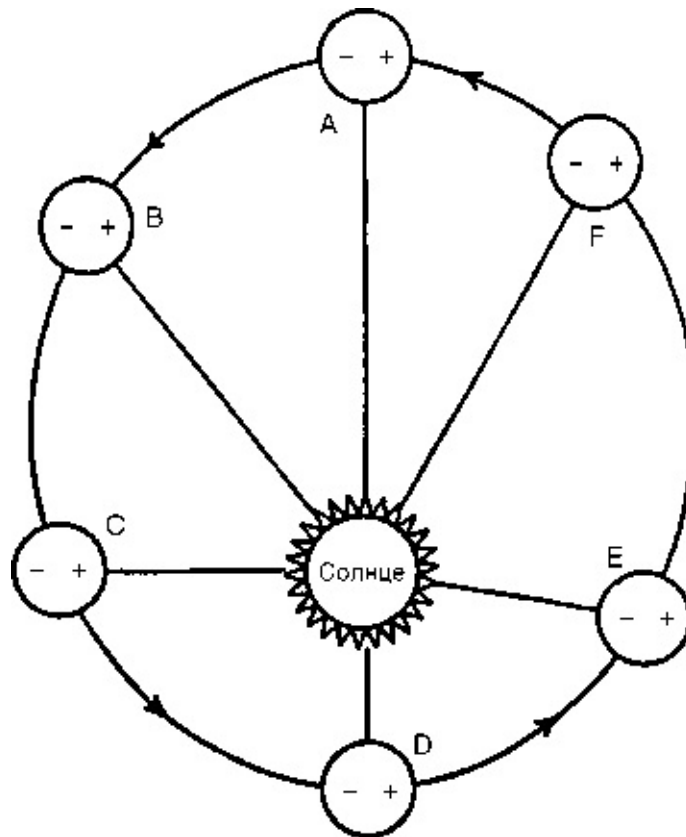


Рис. 10. Кеплеровское объяснение эллиптической орбиты с использованием магнитных сил. Когда планета вращается вокруг Солнца против часовой стрелки, его два магнитных полюса сохраняют одинаковую ориентацию по отношению к орбите. В точках A и D, равноудаленных от Солнца, планета не имеет тенденции ни к приближению, ни к удалению от него. Когда планета движется от A к D (как в B и C), притягивающий полюс находится ближе к Солнцу, а планета поэтому стремится приблизиться к нему; когда она движется от D к A (как в E и F), отталкивающий полюс ближе к Солнцу, и планета стремится удалиться от него. Отсюда эллипс

Как обычно, Кеплер не удовлетворился теоретическими рассуждениями – ему было необходимо найти физический смысл. В этом случае, считал он, отклонение от круга может объясняться результатом влияния магнитной силы Солнца, которая изменяется в зависимости от расстояния и является самой сильной в перигее (когда планета ближе всего к Солнцу). Магнитная сила воздействует на планету, вращающуюся по кругу под влиянием своего собственного движущего средства, и в результате получается овоид (яйцевидная фигура).

Овоид оказался весьма упрямой кривой. После множества бесплодных попыток Кеплер воскликнул: «Ах, если бы наша фигура была эллипсом! Ее

можно было бы описать с помощью метода Архимеда»^[188]. Но все оказалось не так просто, и он продолжал упорно трудиться, стараясь рассчитать овоид, принимая каждый его край за идеальный эллипс. Но только расчеты, проведенные им таким образом для Марса, не согласовывались с наблюдениями. Не важно, какую комбинацию эллипсов он использовал для максимального приближения к овоиду, – проблема казалась нерешаемой. Наконец, после нескольких лет бесплодных попыток Кеплер решил, что все дело в конкретном овоиде, который у него получился. Вероятно, фигура ошибочна, и надо испробовать другую, пусть даже это означает, что все расчеты надо начинать заново. Первый же эллипс, который он испытал, продемонстрировал числовое соответствие, которое, казалось, оправдало использование эллипса; но только и на этот раз Кеплер потерпел поражение, теперь из-за арифметической ошибки. Впору было прийти в отчаяние.

До сих пор Кеплер использовал эллипсы как инструменты для аппроксимации. Неожиданно ему пришло в голову, что, если (как и должно быть, согласно его теории «магнетизма») Марс колеблется на диаметре эпицикла, двигаясь вокруг Солнца («классическая» концепция), кривая в результате будет именно эллипсом. Удивленный собственной глупостью, не позволившей ему сразу увидеть, что и физические идеи, и используемая геометрия подталкивали к одному неизбежному выводу, Кеплер вернулся к расчетам и сразу нашел ошибку в арифметике, не позволившую ему достичь успеха раньше. В качестве еще одной награды он обнаружил, что в действительности не может быть никакой другой кривой, кроме эллипса (с Солнцем в одном фокусе), которая бы соответствовала имеющейся информации и одновременно согласовывалась с законом площадей^[189].

Удивление Кеплера и его предыдущее отрицание эллипса как возможной орбиты, а не инструмента для вычислений не является таким невероятным, как может показаться на первый взгляд. Конические сечения в XVI веке были еще плохо изучены. Сам Кеплер жаловался: «Много ли математиков одолели «Конические сечения» Аполлония Пергского?»^[190] Только спустя восемьдесят лет Ньютон посоветует будущему читателю его «Математических начал натуральной философии» (*Principia*) ознакомиться с трудом Аполлония для лучшего понимания астрономической теории. Даже Кеплер, чрезвычайно довольный своим решением, не был уверен, что понял физический смысл эллипса так же уверенно, как физический смысл эксцентрической окружности, поскольку слишком много элементов было чисто геометрическими. Действительно, в одном фокусе было Солнце, но

другой был пуст, как и центр. Однако наблюдения и вычисления не могут лгать, и Кеплер похвастался:

«Путем трудоемких демонстраций, выполнив множество расчетов, я открыл, что путь планеты в небесах – это не круг, а овал – совершенной формы эллипс»^[191].

Кеплер рассчитал новые орбиты всех планет, включая Землю, и обнаружил, что они все эллиптические, хотя, как правило, имеют значительно меньший эксцентриситет, чем орбита Марса.

Нерешенной осталась одна проблема: что определяет относительные размеры планетарных орбит? Этому Кеплер посвятил *Mysterium Cosmographicum*. Спустя четверть века Кеплер вернулся к изучению связи скоростей движения планет на разных частях орбит, промежутков времени, необходимых разным планетам для прохождения орбит, и средних расстояний до Солнца. Он был уверен, что должны существовать интересные и важные математические отношения между скоростями и расстояниями, которые, в свою очередь, имеют физическое толкование. И конечно, эти отношения, когда будут найдены, подтвердят и прольют свет на божественную гармонию и размеры Вселенной.

Все более поздние исследования этого предмета Кеплером содержатся в «Пяти книгах о гармонии мира», где он по привычке скрупулезно перечислил все свои медленные и мучительные шаги к двум определенным принципам и напомнил читателям о своих предыдущих открытиях. Первая книга почти целиком посвящена геометрии, в частности гармоничным пропорциям плоских фигур, не имеющих никакого отношения к астрономии. Вторая книга тоже по большей части является геометрической (Кеплер назвал ее архитектурной), только в ней рассматриваются твердые тела. Третья книга – пифагорейское исследование гармонии; она объясняет математические пропорции, ответственные за музыкальную гармонию. В четвертой книге, наконец, появляется физический мир. Это «метафизическая, психологическая и астрологическая» книга о душах и телах в небесах и на земле.

И только пятая – «астрономическая и метафизическая» – книга посвящена предмету, который так долго занимал Кеплера: гармонии небесных движений, основанной на математике и метафизике предыдущей книги. Здесь имеется краткое повторение основной доктрины *Mysterium Cosmographicum* в связи с системами Коперника и Тихо Браге. Но есть в ней и новая доктрина: в третьей главе Кеплер представляет «краткое изложение астрономических доктрин, необходимое для размышлений о гармонии небес», которое на самом деле является кратким описанием его

новейшего открытия. Автор вспоминал долгие недели труда, ушедшего на рассмотрение отношений между движениями планет и размером их орбит. Он не сразу увидел истину, но наконец его осенило, и он смог говорить о своих выводах с полной уверенностью: квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы полуосей орбит планет. Кеплер понимал, что его выводы важны, но все же не мог осознать насколько. Он, естественно, видел метафизическую важность своего закона лучше, чем физическую, и это вдохновило его на новые вычисления. Он сравнил пропорции между разными элементами планетарных орбит, составил таблицы гармоний, которые затем сравнил с численными пропорциями разных нот октавы или с геометрическими пропорциями длин струн, испускающих разные ноты. Сравнив астрономические, цифровые и геометрические пропорции, он создал то, что назвал «музыкой сфер». Таким образом, Кеплер решил древнюю пифагорейскую задачу и показал гармонию мира.

Действительно ли Кеплер ожидал, что астрономы раскроют то, что должно было стать его третьим законом, в бездонной трясине пифагорейских расчетов? Возможно, и нет. Во вступлении к пятой книге он предсказал, что, вероятно, придется ждать сто лет, прежде чем для его труда найдется благодарный читатель. Но он успокаивал себя мыслью, что сто лет – ничтожный срок. Богу пришлось ждать шесть тысяч лет, прежде чем появился тот, кто мог созерцать его чудеса благодарными глазами. Кеплер все же предпринял некоторые шаги, заботясь о том, чтобы его идеи нашли своих читателей, хотя, конечно, его труды были слишком сложными для широкой публики. В последних частях «Коперниканской астрономии» мы видим своеобразную смесь элементарных вопросов и ответов с продвинутой кеплеровской астрономией, третий закон разъяснен со всей возможной простотой, без усложнения соображениями небесной гармонии – все это было предназначено для самой широкой аудитории. Не то чтобы Кеплер считал обсуждение гармонии ненаучным (как сказал бы современный автор). Просто он знал, что для этого необходима серьезная математика, с которой читателю книги не справиться. Он еще в начале «Новой астрономии» с грустью заметил, что лишь очень немногие его современники способны понять продвинутые математические методы. Для Кеплера даже гимн Солнцу, завершающий «Гармонию мира», был выражением физико-математических законов Вселенной, понятных лишь тем, кто способен идти за ним по сложному математическому пути, по которому он пришел к истине.

Кеплер оставался чужим современному миру, самым сложным

ученым, которого очень трудно оценить по достоинству и вообще невозможно понять, каким он был на самом деле. И дело не в том, что он смешивал новые прогрессивные идеи с остатками прошлого; почти все ученые грешили этим, и во многих отношениях Галилей, бывший всего на семь лет старше, сохранил больше от прошлого, чем Кеплер, но тем не менее его намного легче понять. Кеплер был истинным представителем науки Ренессанса, ученым, прибегавшим к далекому прошлому, чтобы продвинуть вперед настоящее, усвоившим космологический подход древних греческих философов и воодушевленным тем, что Птолемей написал о небесной гармонии. Странные аспекты его мыслей не уходили корнями в прошлое, но и не принадлежали настоящему. В Кеплере определенно было что-то от колдуна. Но ему была близка естественная магия Гилберта, а не Порты, причудливая смесь нумерологического мистицизма и страсти к эмпирическим фактам. Даже Гилберт не так упорно настаивал, как Кеплер, что мистическую теорию стоит рассматривать, лишь когда она основывается на данных наблюдений и имеет физическую трактовку. В Кеплере не было почти ничего от неоплатонической нумерологической чепухи конца XV века – совершенно самодостаточной, равно как и от религиозно-философского пантеизма Джордано Бруно. Для Кеплера открытая им математическая гармония – это законы, раскрывающие чудеса и порядок божественного мира. Это мир, в котором правят математические законы и который, в свою очередь, поддается обнаружению астрономическими наблюдениями.

На самом деле во многих отношениях Кеплер был менее готов принять математическую метафизику, чем большинство его современников; его идеи о гармонии имели мало сходства с идеями большинства коперниканцев, таких как Диггес и Ди. Под влиянием Тихо Браге Кеплер полностью отверг существование твердых сфер, кроме той, что окружает и создает границы Вселенной, делает ее единым целым. Под влиянием информации Тихо Браге Кеплер ниспроверг проверенную временем концепцию необходимости идеального кругового движения, концепцию, в соответствии с которой производились физические расчеты планетарных орбит со времен Платона. Таким образом, Вселенная Кеплера была странной, намного более оторванной от традиционной астрономии, чем Вселенная Коперника. В ее центре было Солнце, фиксированное на месте, но вращающееся вокруг своей оси, испускающее свет и магнетизм; на ее периферии находился регион фиксированных звезд, неподвижных, ограниченных сферой. В промежутках располагались планеты, удерживаемые на своих местах не материальными сферами, а неким

балансом движущих сил и магнитного притяжения и непрерывно вращающиеся вокруг Солнца по эллиптическим (что за странная форма?) орбитам. Их скорости описываются математическими отношениями законов площадей и гармоний, а размеры эллипсов – predetermined функциями периодов и внутренне присущих и гармоничных пропорций между всеми частями Вселенной. А ключ к пониманию этих новшеств – информация Тихо Браге, преобразованная страстным убеждением Кеплера в том, что миром управляют математические гармонии. Вполне стоит затратить огромные труды на вычисления, чтобы отыскать мистические и физические выражения, точно раскрывающие, какими должны быть эти самые гармонии. Потому что они такое же отражение творений Господа, как тройное разделение Вселенной – представление Святой Троицы – Отца, Сына и Святого Духа. Удивительно, но с учетом всего сонма предубеждений его открытия доказали именно то, что требовалось более поздним натурфилософам для превращения его мистических гармоний в холодные и рациональные «механические» физические доводы.

Но прошло некоторое время, и стало понято: в своем мистицизме и дерзости Кеплер стоял в стороне от главного потока научной эволюции, уже начинающей считать рационализм своим руководящим принципом. Современные Кеплеру ученые мало читали его труды. Его высоко ценили короли, принцы и государственные чиновники за опыт в астрологических предсказаниях, отсюда его посты придворных математиков при дворах и сенатах и предложения от иностранных принцев, как, например, то, которым сэр Генри Уоттон попытался заманить Кеплера в Англию. Астрономы Местлин и Галилей хвалили его, но, судя по всему, его идеи никто не принимал всерьез. Первое настоящее обсуждение законов Кеплера произошло только в 1645 году, когда французский астроном Исмаэль Буйо (1605–1694) в своем труде *Astronomia Philolaica* рассмотрел два первых закона, но принял только первый. Известная астрономическая энциклопедия Ж.Б. Риччиоли (1598–1671) *Almagestum Novum* (1651) упомянула первый закон, но тут же отвергла его как не имеющий достаточных доказательств.

В Англии дела обстояли ничуть не лучше. Гариот поощрял своих учеников читать «Новую астрономию» и думать над возможностью существования эллиптических орбит. Но только среди его учеников почти не было астрономов, и после смерти ученого в 1621 году об астрономии больше никто не вспоминал. Однако через двадцать лет Джереми (Иеремия) Хоррокс (1619–1641) написал трактат в защиту двух законов Кеплера. Он не произвел немедленного эффекта, поскольку был напечатан

лишь тремя десятилетиями позже. Сет Уорд, в 1649 году профессор астрономии Оксфордского университета, в 1653 году выступил против Буйо, раскритиковав его геометрию. Как и его противник, он принял только первый закон. Третий закон был известен еще меньше. Дж. А. Борелли (1608–1679), пытаясь создать систему мира, основанную на тяготении (*Theoricae Mediceorum Planetarum*, 1666), не принял того, что могло ему помочь. К счастью, не все игнорировали лучшие работы Кеплера; отдельные его идеи достигли ушей молодого Ньютона. Это произошло в 1665 году, в то время, когда он впервые формулировал свою систему. После 1665 года законы Кеплера уже были хорошо известны и приняты лучшими астрономами-математиками, хотя только успех использовавшего их Ньютона наконец придал открытиям Кеплера статус законов.

Глава 11

Дебаты среди звезд

Галилей... который создал другие миры, звезды, чтобы те приблизились к нему и рассказали о себе^[192].

В течение полувека и даже больше после публикации *De Revolutionibus* теория Коперника основывалась не на свидетельствах, а на соображениях, касающихся гармонии и вероятности в природе. Последователи Коперника не были эффективными астрономами-наблюдателями. Никто, кроме разве что Тихо Браге, не собрал новой информации, которая могла бы так или иначе помочь окончательно урегулировать вопрос с движением Земли. Самые интересные наблюдения Тихо Браге – новая звезда в 1572 году и кометы – явились сильными антиаристотелевскими доводами, но не были особенно благоприятны делу Коперника. Уничтожение Тихо Браге кристаллических сфер могло быть применено к гелиоцентрической системе, но не сделало ее более правдоподобной. С другой стороны, собственная система движения небесных тел Тихо Браге требовала ликвидации этих сфер. К 1610 году система Тихо Браге стала мощным конкурентом коперниковской системе, по крайней мере среди ученых (хотя Галилей впоследствии ее проигнорировал). Ее инновации, относящиеся скорее к аристотелевской физической картине Вселенной, чем к проблеме движения Земли, не столько подготовили путь для более серьезных инноваций.

Коперника, сколько предложили новую современную альтернативу гелиоцентрической доктрине. Даже Кеплер в 1609 году признавал, что два новых правила планетарного движения, которые он получил из наблюдений Тихо Браге, могли быть применены и к системе Браге, и к системе Коперника, хотя истинной он считал систему Коперника. В любом случае его открытия, выглядевшие крайне подозрительно, поскольку были чисто математическими, были проигнорированы адептами обеих сторон с одинаковой безучастностью.

К 1610 году старые доводы утратили новизну. Даже литераторы знали их наизусть, и великий спор начал угасать, как не подпитываемый дровами костер. Его возродить могли только новые свидетельства. Только новый автор, вступив в полемику, мог дать новые темы для обсуждения. Галилей

обеспечил и то и другое. Новые свидетельства явились результатом использования им телескопа, новые доводы – перенесением дебатов из области математики в область физики. Сделав это, он сформулировал новый спорный принцип: право ученого-астронома строить предположения и допущения и свободно ими обмениваться. Если в конце концов он утратил это право сам (быть первым всегда трудно), то сохранил его для последователей.

В 1609 году в возрасте сорока пяти лет Галилей был не слишком успешным преподавателем математики в Падуе, имевшим стаж семнадцать лет. У него не было ни одной публикации, кроме небольшого памфлета об усовершенствовании математического инструмента. Годом позже, после появления *Sidereal Messenger*, он приобрел мировую известность и мог претендовать на возвращение в родную Тоскану на самых почетных условиях. Слава редко приходит так внезапно – и так поздно – в жизнь великого ученого. Его корни почти не отличались от корней Кеплера. Отец Галилея был выходцем из обедневшей патрицианской тосканской семьи. В 1564 году, когда родился его старший сын, он был небогатым пизанским торговцем. Винченцо Галилей не умел делать деньги, однако он был образованным человеком и неплохим музыкантом. Математические способности сын, вероятнее всего, унаследовал от отца. Как и Кеплер, Галилей был отправлен в университет, где ему предстояло изучать не теологию, не математику, а медицину. (Легенда гласит, что отец запретил Галилею изучать математику, чтобы тот не слишком удалился от медицины.) Галилей был даже более непокорным, чем Кеплер, и, как Кеплер, покинул университет в Пизе, не получив степени, зато отличившись в чистой и прикладной математике, которой теперь посвятил себя полностью. Математические способности не сделали Галилея богатым, зато помогли создать свое первое изобретение – новые гидростатические весы. У него появились частные ученики. Всю работу по нахождению центров тяжести тел он вел, пользуясь покровительством Гвидобальдо дель Монте, крупного авторитета в области механики.

Первая должность Галилея – профессора математики в Пизе, которую он получил в 1589 году, – не была ни прибыльной, ни приятной, поскольку он находился в состоянии войны со всем факультетом. Поэтому он с радостью получил при поддержке Гвидобальдо аналогичную должность в Падуе, где плата была выше, обязанности – легче, а частные ученики умнее. Там он проработал восемнадцать лет, пользовался уважением, но славы не имел, обзаводился незаконнорожденными детьми, постоянно жаловался на низкую плату, необходимость приводить в дом учеников и

необходимость жить далеко от Флоренции, куда он возвращался каждое лето. Результатом его интересов в физике (или, как он говорил, философии) и прикладной математике стал только один памфлет 1606 года «Геометрический и военный компас» (Geometrical and Military Compass), который не принес ему славы. И все же первое письмо Галилея Кеплеру, написанное в 1597 году, показывает, что он много и упорно размышлял об астрономии, считая ее нормальной частью математического образования, и стал последователем Коперника. Страх перед насмешками (так он сам говорил) удерживал его от обнародования своих убеждений. Как и любой другой профессор математики, Галилей в 1604 году прочитал восприимчивой публике лекцию о знаменитой новой звезде. Он воспользовался случаем для блестящей антиаристотелевской экзегезы, которая восхитила его друзей. Однако астрономических аргументов у него пока не было. Показательно, что физическая проблема привела его пятью годами позже в область, снискавшую ему мировую славу.

Направление работы Галилея несколько изменилось после того, как он прочитал сообщение об изобретении в Голландии нового оптического прибора, который приближает предметы, находящиеся вдалеке.

«Примерно десять месяцев назад до меня дошла весть о том, что некий Флеминг изобрел подзорную трубу, с помощью которой видимые объекты, находящиеся на большом отдалении от глаза наблюдателя, становятся четко видны, как вблизи. Существует несколько сообщений об этом поистине замечательном эффекте; некоторые люди верят им, а другие отвергают. Через несколько дней это сообщение было подтверждено письмом... что побудило меня всецело предаться изучению средств и способов изобретения такого инструмента. Вскоре мне удалось сделать это исходя из принципа рефракции. Сначала я изготовил свинцовую трубку, на концах которой поместил два очковых стекла, оба плоские с одной стороны, с другой – одно было выпукло сферическим, другое вогнутым. Помещая глаз у вогнутого стекла, я видел предметы достаточно большими и близкими. Именно они казались в три раза ближе и в десять раз больше, чем при рассмотрении естественным глазом. После этого я разработал более точную трубу, которая представляла предметы увеличенными более чем в шестьдесят раз. За этим, не жалея никакого труда и никаких средств, я достиг того, что построил инструмент настолько превосходный, что вещи казались через него при взгляде в тысячу раз крупнее и более чем в тридцать раз приближенными, чем при рассмотрении невооруженным глазом»^[193].

Его первое заключение было следующим: подзорная труба (*occhiale*,

слово *telescope* появилось только в 1611 г.) может использоваться в военных целях и на море – не слишком оригинальная идея, поскольку голландцы ее уже использовали. Но вскоре Галилей сделал свою *occhiale* намного более мощной, чем все, созданные ранее в Голландии, и взглянул через нее на ночное небо. Такое простое действие – но именно оно положило начало революции в астрономии. По мере усовершенствования подзорной трубы были открыты новые факты, и стало очевидно, насколько неэффективны наблюдения невооруженным глазом.

Понятно, что первым объектом наблюдений для Галилея стала Луна. Он был первым, увидевшим больше, чем тени, изрядно приукрашенные воображением. Он узнал горы и немного позже придумал, как оценить их высоту по длине тени. Он обнаружил обширные долины, которые принял за моря (и они до сих пор так называются). Он писал:

«Любой, кто хочет возродить старое пифагорейское мнение, что Луна – как другая Земля; ее более яркие части могут представлять сушу, а более темные – моря... Я никогда не сомневался, что, если взглянуть издали на нашу землю, освещенную солнцем, сухопутные регионы будут казаться ярче, а водные – темнее»^[194].

С типичной тонкостью он объяснил парадоксальное мнение, что неровные поверхности отражают больше света, чем гладкие, и почему края Луны всегда кажутся гладкими при рассмотрении невооруженным взглядом. Также он описал пепельный свет Луны («старая Луна в руках новой Луны») и привел доводы в пользу взгляда, которого уже придерживались некоторые астрономы, о том, что это слабое свечение Луны происходит за счет солнечного света, отраженного от Земли. Все это подразумевало, что Луна, небесный статус которой никем не подвергался сомнению, подозрительно похожа на Землю. Это был серьезный удар по аристотелевскому разделению Вселенной на земную и небесную части, а значит, и косвенный аргумент в пользу Коперника. Если доселе неосознаваемая земная природа никогда не препятствовала вращению Луны, почему не может вращаться Земля?

Далее Галилей обратился к звездам. Его потрясли два факта: во-первых, через телескоп фиксированные звезды не выглядели больше – только ярче; во-вторых, теперь он мог видеть намного больше звезд. Когда он обратил свое внимание на планеты, они оказались «шарами идеально круглыми и определенно ограниченными, выглядевшими словно маленькие луны, залитые светом». Но звезды не выглядели физическими телами, даже при сильном увеличении. Телескоп лишал звезды их «искрящихся лучей», не увеличивая их, как другие объекты, и не выявляя

их физической природы. Таким образом, телескоп подчеркнул разницу между планетами и фиксированными звездами. Более того, множество звезд, невидимых невооруженным глазом, но отлично видных в телескоп, показало, какая огромная часть Вселенной доселе оставалась скрытой. Тайна Млечного Пути – что это, туманная река света или скопление звезд? – теперь была раскрыта. Млечный Путь – это, безусловно, скопление звезд, очень близко расположенных друг к другу. Галилей сделал вывод, что все объекты, названные туманностями, также состоят из множества маленьких звезд.

Но больше всего он радовался открытию четырех новых планет (так он их назвал), четырех спутников (или лун) планеты Юпитер. В честь правящего в Тоскане семейства они получили имя Звезды Медичи. Их открытие стало результатом удачи и упорных наблюдений. 7 января 1610 года Галилей, наблюдая через свой лучший телескоп за Юпитером, заметил три маленьких звезды, расположенные в одну линию с планетой (две на востоке, одна на западе), которых он не видел раньше. Естественно, он принял их за фиксированные звезды. На следующую ночь, взглянув на Юпитер, Галилей обнаружил те же три звезды, расположенные в одну линию, но теперь они были к западу от планеты. Галилей предположил, что Юпитер переместился. Но движение Юпитера в этот период было ретроградным, так что три звезды, если они действительно фиксированные, должны были оказаться к востоку от планеты. Всю зиму Галилей вел наблюдения каждую ночь и пришел к выводу, что изменения, которые он видел, вызваны вращением вокруг Юпитера четырех звезд. Это было лучшее свидетельство правоты Коперника.

Галилей писал:

«Кроме этого, мы имеем великолепный и наияснейший довод для устранения сомнений у тех, кто спокойно относится к вращению планет вокруг Солнца в коперниковской системе, но их беспокоит движение Луны вокруг Земли и одновременное их совместное годовое движение вокруг Солнца. Некоторые даже считают необходимым отвергнуть такое строение Вселенной как невозможное. Но ведь у нас есть всего лишь одна планета, вращающаяся вокруг другой, в то время как обе движутся по большой орбите вокруг Солнца. Наши глаза показывают нам четыре звезды, которые движутся вокруг Юпитера, как Луна вокруг Земли, в то время как все они совершают оборот вокруг Солнца за двенадцать лет»^[195].

«Звездный вестник» (Sidereal Messenger)^[196], опубликованный на латыни весной 1610 года, был трудом, имеющим чрезвычайно большое

значение. В нем описывался оптический инструмент, доселе почти неизвестный и никогда ранее не использовавшийся в астрономии. Также показано, как этот инструмент революционизировал науку. Галилей стал самым знаменитым астрономом в Италии, а слава об итальянской науке распространилась по всему миру с удивительной скоростью. Сэр Генри Уоттон, тогда бывший английским послом в Венеции, приобрел экземпляр «Звездного вестника» в день публикации, с восторгом прочитал и отправил в Англию, чтобы развлечь короля, пообещав достать также телескоп. Причем его восторг был вызван не просто новыми диковинами – хотя ими тоже, – а скорее тем, что, по его мнению, маленькая книжица явилась революцией в астрономии. Он писал:

«Галилей сначала ниспроверг всю прежнюю астрономию... а за ней и астрологию. Автор станет или знаменитым... или смешным»^[197].

Уоттон оказался пророком. Галилея считали то знаменитым, то нелепым, в зависимости от того, какую астрономическую доктрину предпочитал его собеседник.

«Звездный вестник» имел огромный успех. Все, кому удалось его прочитать, мечтали заглянуть в волшебную подзорную трубу. Исключение составили разве что самые упрямые «крепкие орешки», заранее убежденные, что чудеса кроются в оптике, а не на небесах. Вероятно, слишком долго с помощью оптики создавались научные иллюзии. Ни один оптик не мог так отшлифовать линзы, как это делал Галилей, и его линзы пользовались огромным спросом. Он смог бы заработать состояние, если бы организовал мастерскую по производству линз (как он сделал для своего геометрического компаса). Он лично надзирал за изготовлением многих инструментов, которые отправлял высокопоставленным людям, имевшим возможность поспособствовать его карьере. Ученые, считал он, должны уметь зарабатывать себе на жизнь – вскоре этим же занялся Кеплер. Галилей испытывал гнев и презрение к астрономам, которые не могли найти способ, чтобы увидеть все то, что видел он. (Ну а мы склонны их простить, и с нами согласится каждый, кто хотя раз смотрел на небеса в театральный бинокль, по оптике и увеличению аналогичный первому телескопу.) Но люди, пытавшиеся без успеха разглядеть в небе новые чудеса, теперь не довольствовались сомнениями – они насмехались, представляя Галилея чудаковатым профессором, сбивающим с толку людей.

Князя и великие люди относились к Галилею иначе. Венецианский сенат быстро предложил ему хорошее место с очень высокой платой. Галилей принял предложение, хотя все еще надеялся на место при

флорентийском дворе. Пять лет назад он был учителем математики теперешнего великого герцога, посвятил свою книгу принцу и назвал в его честь спутники Юпитера. Как и многие профессора средних лет, он устал от бесконечных лекций и частных уроков, скучных учеников и завистливых коллег. Он хотел иметь свободное время, чтобы развивать свои идеи и писать книги. Однажды он сказал другу: «Невозможно получать плату от республики, какой бы великолепной и щедрой она ни была, без приложенных к плате обязанностей»^[198]. Кроме того, как и многих ученых после него, Галилея привлекала возможность передавать свои открытия дилетантам. Следуя примеру великого Леонардо, Галилей предложил министру великого герцога «великие и замечательные вещи», а также свой личный план работ на будущее:

«Две книги о системе и строении Вселенной, полные философии, астрономии и геометрии. Три книги о движении – это совершенно новая наука, в которой никто – ни древние, ни современные ученые не открыли ни одного из удивительных законов, которые я демонстрирую... Три книги о механике – другие авторы писали об этом, но все сделанное составляет не более четверти (и по количеству, и по качеству) того, что я напишу. У меня также есть второстепенные работы по разным вопросам физики, например трактат о звуке и голосе, о зрении и цветах, об приливно-отливных явлениях, о движении животных и многие другие»^[199].

Возможно, многое в этом списке существовало только в виде кратких набросков или задумок. Только часть из перечисленного была сделана, да и то не в строгом соответствии с первоначальными планами. Жизнь Галилея была полна не спокойных размышлений, а горьких противоречий.

Но пока все было нормально. Галилей получил место философа и математика при флорентийском герцоге на выгодных условиях. Герцог увлекался астрологией и прочими неопределенными вещами. Летом 1610 года он уехал из Падуи. Венецианский сенат был в ярости из-за того, что Галилей разорвал контракт. Друзья-ученые тоже не радовались. С одной стороны, они не хотели его терять, а с другой – зная, что он умеет наживать врагов, и предвидя, что в будущем их станет больше, считали, что Галилей поступает неразумно, покидая безопасное убежище, которое ему гарантировала маленькая республика, ради неопределенных благ нового двора. Венецианский купец Сагредо писал:

«Где ты найдешь свободу и самостоятельность, как в Венеции?.. Сейчас ты служишь своему правителю, великому человеку, достойному, молодому, умеющему держать слово. Здесь у тебя есть власть над теми, кто

управляет другими, ты сам себе хозяин, ты властелин вселенной»^[200].

Затем он добавляет с явной угрозой: «Меня очень тревожит, что ты будешь жить там, где авторитет друзей-иезуитов имеет большой вес». Галилей был слишком доволен жизнью, чтобы прислушаться к таким предостережениям, особенно теперь, когда ему удалось добиться прогресса с философами Пизы, которые медленно, но верно обращались в новую веру. Теперь многие из них (по словам Галилея), взглянув на небеса, сначала видят Луну, Млечный Путь и звезды Медичи, на которые они отказывались смотреть в телескоп.

Во Флоренции Галилей начинает работать в весьма благоприятной обстановке. Ему хотелось выяснить, не имеют ли и другие планеты лун, как Земля и Юпитер. В этом плане многообещающим показался один только Сатурн, но его появления были дразняще неопределенными. Сначала Галилей заметил два спутника, но скоро обнаружил, что они изменили форму, держась вблизи планеты. Очень осторожно и, возможно, чтобы подразнить Кеплера, Галилей объявил о своем открытии в запутанной анаграмме, которую отправил ему, а несколько месяцев спустя публично разъяснил, когда обрел уверенность. (Он так никогда и не узнал, что у Сатурна не спутники, а кольца.) Открытие показалось доказательством того, что не только Юпитер, но и другие планеты имеют луны. Следующее открытие Галилея было важнее во всех отношениях: он снова едва поверил своим глазам и опять объявил о своем открытии сначала в анаграмме, отложив ее объяснения до того момента, когда уверился в точности наблюдения. Оказалось, что у Венеры есть фазы, как у Луны. Доводом против системы Коперника всегда являлось то, что Венера не меняет яркость. Теперь Галилей смог показать (хотя только с помощью своего самого лучшего телескопа), что в соответствии с циклом фаз

Венера кажется «полной» (и потому самой большой и самой яркой), когда расположена дальше всего от Земли^[201]. Возможностям телескопа не было предела.

Последователей у Галилея с каждым днем становилось все больше, даже в Риме. Из-за того, что произошло позже, многие не помнят, что вначале отношения Галилея с церковью были на удивление доброжелательными. Математики в иезуитском колледже в Риме считались самыми компетентными в Италии. Один из них – Клавий (1537–1612), в свое время производивший окончательные расчеты для григорианского календаря, вскоре признал открытия Галилея, и другие последовали его примеру. Они с готовностью приветствовали все новые астрономические

знания, хотя сами оставались поклонниками геостатической системы. Галилей пожелал возобновить отношения с Клавием, которого знал прежде. Он надеялся повлиять на высшие церковные круги, поскольку церковь всегда проявляла интерес к астрономии. Не исключено, что Галилей планировал убедить Папу в необходимости принятия системы Коперника, о которой он официально никогда не высказывал своего мнения. Его визит в Рим весной 1611 года имел триумфальный успех. Иезуиты были сердечны, глава колледжа – кардинал Беллармини (1546–1621), получивший заверения математиков в истинности наблюдений Галилея, проявил дружелюбие. В то же время антиклерикальная Линчейская академия признала его своим членом и назвала его подзорную трубу телескопом. Галилей чрезвычайно гордился своим новым статусом и впоследствии часто называл себя *Lupsean* академиком.

После столь блистательного триумфа Галилей вернулся во Флоренцию и оказался втянутым в полемику, которая угрожала стать бесконечной. Он любил дискуссии, но не терпел дураков и чувствовал необходимость защищать свою научную репутацию. Но главное, эта дискуссия

была космологической. Даже раньше, чем он стал защищать Коперника, Галилей начал критиковать Аристотеля, и теперь два аспекта дебатов сблизились. Сначала имела место антиаристотелевская дискуссия о погруженных в воду телах, которая началась за столом великого герцога обсуждением вопроса, почему лед плавает в охлаждающемся напитке. После публикации в 1612 году трактата Галилея «Серьезный разговор о плавающих телах» (*Discourse on Floating Bodies*) она продолжилась с еще большим накалом из-за упорного желания Галилея писать на итальянском языке – так он мог обратиться к образованным классам через головы традиционных ученых.

В 1613 году был опубликован трактат в форме писем Галилея «История и демонстрация, касающаяся солнечных пятен и их явления» (*History and Demonstration Concerning Sunspots and their Phenomena*). Его появление спровоцировала книга, в которой германский иезуит Кристофер Шейнер (1573–1650) объявлял о своем открытии этого явления. Галилей заявил о своем приоритете, поскольку, по его утверждению, он наблюдал пятна тремя неделями ранее (на самом деле пятна на Солнце наблюдались уже много столетий невооруженным взглядом, а германский астроном Йоганн Фабрициус первым опубликовал отчет о наблюдениях солнечных пятен при посредстве телескопа в 1611 г.). Но проблема приоритета вскоре уступила место более интересному вопросу трактовки. Шейнер решил, что наилучший и самый безопасный вывод заключается в следующем: пятна –

это небольшие тела,двигающиеся вокруг Солнца, которое имеет спутники, как и другие планеты. Галилей решительно отрицал этот вывод, имеющий антикоперниковский смысл, и настаивал (правильно), что пятна находились непосредственно на Солнце, подтверждая свои слова вычислениями, основанными на законах математической оптики. Он так и не понял их точной природы, но считал их именно пятнами, несовершенствами, существование которых опровергало теорию Аристотеля о небесном совершенстве. Он также использовал видимое перемещение пятен в качестве доказательства вращения Солнца вокруг своей оси. Галилей снова располагал доводами, которые могли быть использованы против Аристотеля – или, скорее, против его последователей. Он заметил (как часто делал позже), что Аристотель был слишком разумным, чтобы принять идеи, выдвинутые от его имени. Вдохновленный убедительностью собственных доказательств, Галилей посчитал своевременным обнародование своих открытий, касающихся Венеры и Сатурна. Он писал:

«И возможно, эта планета тоже, не менее чем рогатая Венера, идеально согласовывается с великой системой Коперника, для глобального применения доктрины которого теперь подули благоприятные бризы, и можно не бояться облаков и встречного ветра»^[202].

Галилей был решительно настроен на продолжение обсуждения коперниковской системы, избрав для этого собственный путь: приводя в качестве доводов наблюдения и апеллируя к разуму и здравому смыслу образованной итальянской публики. Если к тому же он мог дискредитировать антикоперниканцев – насмешками или логическими аргументами, – задача облегчалась.

Такой путь представлялся ему совершенно безопасным. Хотя старый друг Галилея Клавий к этому времени уже умер, иезуиты в Риме продолжали благосклонно принимать его новые открытия, правда, отвергали их толкование. Периодически имели место нападки – церковные и академические – на Галилея и его опасные доктрины, но они всего лишь подогревали интерес. По мере повышения информированности широкой публики неизбежно возникают вопросы и начинаются обсуждения взаимоотношений теории Коперника и Библии, науки и пророчеств. После того как один из его учеников был вызван для объяснения проблемы в суд, Галилей сделал глубокий ее анализ, привел убедительные доводы как в защиту независимости научных исследований, так и сочетаемости теории Коперника и Священного Писания. После расширения и редактирования текста трактат стал «Письмом великой герцогине Кристине». Галилей

писал с убежденностью, хотя один из его главных доводов был основан на несколько легкомысленной эпиграмме кардинала Барония: «Цель Святого Духа – научить нас, как двигаться к небесам, а не как двигаются небеса». Он утверждал, что Библия – не научный текст, поэтому не следует считать случайные фразы научными утверждениями. Далее он разумно отмечал, что, если научная теория ложна, ее можно опровергнуть доказательством, а если ее можно опровергнуть доказательством, она не может быть опасной. (Но Галилей не сумел понять, что неспособность ученого выдвинуть противоположную гипотезу не означает правильности его первоначальных объяснений.) В заключение Галилей использовал старый традиционный аргумент: если природа и Священное Писание – два божественных творения, они должны дать разумному читателю те же выводы. Но если его оппоненты в каждом случае полагались на свидетельства Священного Писания, Галилей предпочитал свидетельства, основанные на ощущениях. Друзья Галилея и тосканский двор благосклонно приняли это сочинение. Но только написать его было неразумным решением, хотя предназначалось оно только для очень узкого круга лиц. Ведь здесь Галилей ступил на теологическую почву, и его научная репутация не давала ему права соперничать с установившейся клерикальной властью.

После «Письма» нападки на Галилея активизировались. Доминиканский проповедник произнес страстную проповедь, направленную против Коперника, Галилея и всех математиков, назвав их врагами христианской веры, ведущими подрывную антигосударственную деятельность. Вскоре после этого копия письма Галилея о науке и религии была направлена в священную канцелярию. В ответ Галилей усовершенствовал первоначальный вариант. Внешне он не казался обеспокоенным тем фактом, что для антикоперниканцев он стал главным и самым опасным выразителем идей Коперника. Римские друзья ученого пытались заставить его прекратить столь открытые враждебные действия. Принц Чези, покровитель Линчейской академии, писал:

«Враги знаний, которые поставили своей целью мешать вам в ваших героических и чрезвычайно полезных трудах, являются вероломными и фанатичными существами, которые никогда не успокоятся, и лучший способ борьбы с ними – не обращать на них внимания. Позаботьтесь о себе, чтобы вы смогли завершить свои книги и дать их миру, несмотря на все их попытки»^[203].

Это был весьма тактичный способ напомнить Галилею, что он обещал дать миру большую серию трактатов, но пока не слишком далеко продвинулся на этом пути. Кроме того, Чези напомнил ему, что кардинал

Беллармини, хотя и был человеком, восприимчивым к новым идеям, все же всегда утверждал, что коперниканизм противоречит Священному Писанию, правда, является интересной математической гипотезой. Слишком явная дерзость могла натолкнуть Беллармини и других на мысль, что открытая дискуссия, которую церковь пока допускала, может представлять угрозу для веры. Кардинал Барберини сказал другу Галилея: лучше заниматься математической астрономией, чем пытаться обратить теологов в другую веру. Тем более что нередко надежный научный довод затем неузнаваемо искажался в процессе популяризации. Это был первый угрожающий намек Галилею, потому что он писал на итальянском языке, для неученых людей, которые не всегда знали, насколько далеко можно заходить в научных умозаклчениях, чтобы это было безопасным.

Труды Галилея обеспечивали доводы в пользу коперниканизма, и это автоматически делало их автора самым опасным коперниканцем с точки зрения духовенства. Как будто для подтверждения этого факта в Неаполе был опубликован очерк, написанный кармелитским монахом отцом Фоскарини, в котором он использовал наблюдения Галилея в качестве доказательства истинности доктрины Коперника. В то же время Фоскарини утверждал, что коперниканизм вовсе не противоречит Священному Писанию. Фоскарини поинтересовался мнением кардинала Беллармини, и тот ответил, что любое обсуждение этих вопросов приемлемо, если дискуссия ведется в гипотетическом или чисто математическом аспекте. Как выразился Беллармини:

«Если сказать, что предположение о движении Земли и неподвижности Солнца позволяет представить все явления лучше, чем принятие эксцентриков и эпициклов, то это будет сказано прекрасно и не влечет за собой никакой опасности. Для математика этого вполне достаточно. Но желать утверждать, что Солнце в действительности является центром мира и вращается только вокруг себя, не передвигаясь с востока на запад, что Земля стоит на третьей сфере и очень быстро вращается вокруг Солнца, – утверждать это очень опасно не только потому, что это значит возбудить всех философов и теологов-схоластов; это значило бы нанести вред святой вере, представляя положения Святого Писания ложными».

Ясно, что если гипотеза Коперника может быть доказана, тогда Писание может и должно быть трактовано иначе. Беллармини твердо заявляет:

«Но я не думаю, что такая демонстрация есть, поскольку мне ничего не было показано. Демонстрировать для соблюдения приличий, допуская,

что Солнце в центре, а Земля в небесах, не то же самое, что демонстрировать, что Солнце действительно в центре, а Земля действительно в небесах. Я полагаю, что первая демонстрация может существовать, но относительно второй у меня большие сомнения, а если есть сомнения, нельзя отказываться от Священного Писания, как его изложили Святые Отцы»^[204].

Галилею казалось, что во всем этом нет ничего нового и ему не следует ничего опасаться. Его даже немного возмущало, что кто-то мог заподозрить его во вмешательстве в теологию. В конце концов, он неукоснительно следовал доктринам, сформулированным в книге, которая принята церковью. Разве это справедливо, что при этом его обвиняют «невежественные философы» и проповедники в том, что он высказывает идеи, противоречащие вере? Он хотел всего лишь убедить всех, что они не противоречат вере. Твердо следуя по этому пути, на котором он не видел опасностей для себя, Галилей отправился в Рим, где провел несколько месяцев в весьма приятных дискуссиях, на которых неизменно добивался успеха. Ему очень нравилось собственное умение вести дискуссии, позволявшее с легкостью разбить все аргументы противников^[205].

На самом деле это была не слишком удачная тактика, чтобы угодить властям. Папа Павел не был другом ученых и литераторов, терпеть не мог всяческие хитроумные тонкости и был склонен думать, что идеи Галилея вредны и являются не чем иным, как ересью, потому что они учены и хитроумны. Кардиналы Беллармини и Барберини не одобряли то, что Галилей не реагировал на их дружеские увещевания. Чем больше друзей завоевывала Галилею его гениальность, чем больше у него появлялось и врагов. Многие церковники были серьезно обеспокоены последствиями трудов Галилея, поскольку прочитавшие их доводили его аргументы до крайностей. Священная канцелярия рассмотрела книгу Фоскарини и, конечно, труд Галилея. Конгрегация индекса завершила обсуждение в марте 1616 года. Мнение, что Солнце – центр мира и неподвижно, было объявлено «глупым и абсурдным, философски ложным и формальной ересью». Мнение, что Земля не является центром, а движется – и вращается, и движется по кругу, – было объявлено также философски ложным и ошибочным с точки зрения веры. Книга Фоскарини была помещена в Индекс запрещенных книг, книги Коперника и Дидакуса Астуники было предписано исправить (причем было достаточно лишь незначительных исправлений). Что касается Галилея, Беллармини получил инструкции посоветовать ему не придерживаться и не защищать идеи

Коперника, что и было сделано^[206].

Хотя враги утверждали, что Галилея заставили отказаться от своей веры, он считал, что вышел из положения без особых потерь. Из соображений безопасности он попросил у кардинала Беллармини нечто вроде охранной грамоты, после чего написал домой:

«Как можно видеть из самой природы этого дела, я ни в малейшей степени не встревожен. Я вообще ни в чем не был бы замешан, если бы ни мои враги, как я уже говорил раньше. Что я сделал, можно всегда видеть из моих трудов (которые я выполняю так, чтобы заставить молчать врагов). Я могу показать, что моя деятельность такова, что даже святой не мог обойтись почтительнее со святой церковью, чем я. Чего нельзя сказать о моих врагах, которые, не колеблясь, строят козни, клеветуют и строят дьявольские предположения»^[207].

Смелые слова. Многие в церкви сожалели об этом деле, но тем не менее оно было серьезным. Галилей был бунтарем. Его настроение, вероятно, было таким же, поэтому много лет спустя он написал на полях «Диалога»:

«Что касается внедрения новшеств. Кто усомнится, что это приведет к худшим беспорядкам, если умы, созданные Господом свободными, будут вынуждены рабски подчиняться воле извне? Когда нам говорят, что мы должны отрицать то, что видим и слышим, и подчинять наши чувства прихоти других? Когда люди, не компетентные ни в чем, становятся судьями над экспертами и имеют власть обращаться с ними, как им вздумается? Это – новшества, которые могут вызвать крах общего благополучия и развал государства».

Но пока – и тем более учитывая, что его здоровье неуклонно ухудшалось, оставалось только ждать.

Хотя Галилей не мог публично выступить как последователь Коперника, ничто не мешало ему объявить о том, что он является противником Аристотеля. И дебаты вспыхнули снова с появлением в 1618 году серии комет. По иронии судьбы в этот раз Галилей не вел наблюдения, поскольку был болен и лежал в постели, и, вероятно, вследствие этого его взгляды оказались научно неубедительными. Дело было сложным. В начале 1619 года появился анонимный памфлет – вскоре стало ясно, что его написал иезуит отец Грасси (1583–1654), – подтверждающий мнение Тихо Браге, что кометы – небесные тела – расположены по ту сторону океана. Грасси поддержал это мнение доводами о параллаксе и наблюдениях при посредстве телескопа. Галилей никогда не симпатизировал взглядам Тихо,

возможно, потому, что они являлись надежной альтернативой системе Коперника, и потому он воспринял памфлет Грасси как прямую атаку на систему Коперника. Заявить открыто он не мог, зато сумел дискредитировать аргументы Грасси собственной хитроумной теорией. Именно это он и сделал в труде, якобы принадлежавшем перу одного из его учеников, Марио Гвидуччи, но на самом деле написанном Галилеем. «Трактат о кометах» был прочитан Гвидуччи перед Флорентийской академией, а потом опубликован. Трактат начинается с несправедливых выпадов против аристотелевской теории комет (несправедливой, потому что Грасси ничего не сказал о природе комет и потому что, и Галилей это прекрасно знал, Грасси должен был как иезуит защищать Аристотеля, даже если не был согласен с его взглядами). Аристотель считал, что кометы сияют из-за трения о воздух, создаваемого при их движении^[208], и критика этого положения должна была спровоцировать Грасси на ответ. Собственные идеи Галилея о кометах: что они – результат земных испарений, поднимающихся к Солнцу, светящиеся отраженным светом, иллюзии, вроде гало, – позволили ему разбить оптические и параллактические доводы. Все они не могут быть справедливыми, если кометы – не твердые тела.

Если Галилей хотел спровоцировать Грасси, ему это удалось. Результатом стала неистовая критика Галилея и защита Аристотеля в работе «Астрономические и философские весы, на которых были взвешены идеи Галилео Галилея о кометах, так же как и те, что недавно представлены во Флорентийской академии Марио Гвидуччи и недавно опубликованы» (*The Astronomical and Philosophical Balance, On which the Opinions of Galileo Galilei Regarding Comets are Weighed, as Well as Those Presented in the Florentine Academy by Mario Guiducci and Recently Published*). Здесь Грасси попытался доказать, что кометы – реальные твердые тела, движущие вокруг Солнца по круговой орбите (более близкая к истине теория, чем у Галилея). Он также сделал попытку защитить теорию тепла Аристотеля и все ее ответвления, в том числе абсурдные. Отсюда подробный анализ природы тепла – лучшая часть «Пробирных дел мастера» (*Il Saggiatore*, 1623) – и безжалостный разнос, устроенный Галилеем своему неудачливому противнику^[209]. Ответ Грасси «Подсчет весов для баланса» (*A Reckoning of Weights for the Balance*) оказался слишком скучным и невразумительным, чтобы с ним считаться.

Безусловно, испытывая эйфорию, Галилей имел и другие причины считать, что он выиграл важное сражение в борьбе за право свободно

обсуждать научные теории. Хотя и опубликованный при спонсорстве Линчейской академии, *Il Saggiatore* был посвящен папе Урбану VIII, его одобрил кардинал Барберини, всегда испытывавший к Галилею дружеские чувства и посчитавший, что тот одержал блестящую победу над своим противником-иезуитом. Ситуация, казалось, складывалась весьма благоприятно для Галилея: папа был интеллектуалом и, судя по всему, не собирался слишком горячо защищать недалеких и предвзятых церковников. Поэтому ученый решил, что настал подходящий момент для личной встречи. Весной 1624 года Галилей отправился в Рим в надежде попытаться обеспечить свободу для обсуждения системы Коперника. Как и тринадцать лет назад, он вез с собой новый научный инструмент – сложный микроскоп, который использовал, чтобы открывать новые чудеса на Земле, как телескоп открывал новые диковины в небе^[210]. Микроскоп привлек к себе интерес и доказал, что Галилей – все еще креативный ученый. Это было хорошо, поскольку Галилею был необходим весомый научный престиж для поддержки своих аргументов.

Оптимизм Галилея казался полностью оправданным. Он несколько раз встречался с папой Урбаном, был принят им с большой сердечностью, получил несколько образков с изображением «Агнус Деи» и много хороших советов. А главное, ему было предоставлено много возможностей для обсуждения проблем системы Коперника. Галилей спросил о возможном эффекте дальнейших физических аргументов в пользу Коперника. Предположим, если он сможет показать, что вращение Земли влияет на приливно-отливные явления, так что не придется прибегать к «оккультному» притяжению между Луной и земными морями, – будет ли это принято как решающее доказательство истинности системы Коперника? Предположительно именно в это время папа указал Галилею, что он не должен никогда, особенно в вопросах, граничащих с теологией, забывать, что слабый и подверженный ошибкам ум человека не всегда способен понять пути Господни. Даже если человеку кажется, что существует только один способ построения Вселенной, это вовсе не означает, что Господь создал Вселенную действительно именно так. Бога не сдерживают границы человеческого понимания. И если человек имеет неопровержимые доказательства движения Земли, из этого не следует, что Бог создал Землю движущейся. Как был ни поддерживал папа научные дискуссии, он все же был понтификом и был ответствен за спасение душ человеческих. Он решил, что открытая поддержка взглядов Коперника опасна, поскольку может вызвать сомнения в непогрешимости Священного Писания. Особенно это касалось дискуссий на итальянском языке,

поскольку они были всем понятны. Было слишком просто полагать, что Галилей считает Священное Писание ошибочным, хотя он всего лишь говорит о необходимости иной трактовки. Простой обыватель, незнакомый с теологией и математикой, обязательно подумает, что, если астрономы говорят то, что противоречит написанному в Библии, и настаивают на своей правоте, значит, Библии больше нельзя доверять. Система Коперника – полезный математический аппарат; лучше оставить это как есть и никогда не обсуждать ее иначе как в качестве научной гипотезы. Для Галилея такого разрешения было достаточно, и он вернулся во Флоренцию, исполненный решимости сделать еще одну попытку защитить коперниковскую систему.

Еще в 1610 году Галилей пообещал миру большой космологический трактат, предварительно названный «Система мира». Его теория приливов должна была стать окончательным доводом в пользу движения Земли. Дополнительные аргументы могли быть предоставлены оптическими наблюдениями и собственными открытиями ученого. Теперь он приступил к написанию трактата – разумеется, на итальянском языке и в форме диалога. В эпоху юности Галилея литераторам нравилось создавать свои произведения в форме литературных и философских диалогов – на манер Платона. Кроме того, форма диалога давала больше возможностей высказать то, что он считал истиной, не раскрывая при этом собственные убеждения. Помимо критики взглядов противников Коперника, следовало доказать истинность его системы, чтобы больше ни у кого не осталось сомнений.

«Для меня самый быстрый и безопасный способ доказать, что позиция Коперника не противоречит Священному Писанию, – показать с помощью тысячи истин, что она истинна и что обратное ничем не подтверждается. Следовательно, поскольку две правды не могут противоречить друг другу, доктрина Коперника и Священное Писание пребывают в полной гармонии»^[211].

Хотя Галилей рассматривал возможность того, что наука может заставить theologов признать, что в Библии далеко не все следует считать буквальной истиной, все время ему следовало помнить слова папы о том, что ни одно научное доказательство не имеет достаточной силы, чтобы заставить людей сказать: «Бог делал именно так, а не иначе». Задача оказалась непростой. И через год Галилей перестал писать и вместо этого стал экспериментировать с магнитами. Можно предположить, он был близок к использованию открытого Гилбертом земного магнетизма и потому хотел подтвердить его опыты. Но, отложив работу, обнаружил, что

не так-то просто заняться ею снова, и сумел вернуться к ней только осенью 1629 года. На этот раз он завершил трактат за несколько месяцев.

Как и прежде, Галилей рассчитывал на публикацию своего труда в Риме с помощью Линчейской академии, и Чези согласился. Но нужна была лицензия, да и разрешение от папы было бы желательной предосторожностью. Галилей снова отправился в Рим и получил аудиенцию. Папа опять проявил дружелюбие и заверил ученого, что тот может свободно обсуждать систему Коперника, но только должен избегать теологии и не заявлять, что он доказал истинность того, что является не более чем гипотезой. И заголовок должен в полной мере отражать содержание трактата. В итоге было выбрано название «Диалог о двух главнейших системах мира» (*Dialogo sopra i due Massimi Sistemi del Mondo, Tolemaico e Copernicano*). А в предисловии необходимо указать на гипотетический характер аргументов в пользу Коперника. Учтя это, Галилей передал книгу цензорам. Те встревожились, но если сам папа дал разрешение, что они могли поделать? Только потребовать небольших переделок в предисловии и заключении. Предисловие было разрешено печатать позже, чем вся книга. Публикация не предполагала проблем, но случились досадные задержки: умер Чези, началась чума, а издали контролировать работу оказалось невозможным. Было решено печатать книгу во Флоренции, но там свои цензоры, с которыми следовало договариваться. Так что в конце концов книга вышла в свет только в 1632 году.

«Диалог» стал важной и даже сенсационной работой. Почти десять лет Галилей ничего не публиковал. Итальянские книги по астрономии были редки. В новой книге ученого содержалась оживленная дискуссия о системе Коперника, явно имевшая прокоперниковскую направленность, но выдержанная в таких выражениях, что ее можно было читать с чистой совестью, ничего не опасаясь. Как Галилей объяснил в предисловии, в процессе дискуссии должны быть раскрыты экспериментальные свидетельства в пользу подвижности Земли, небесных светил, а также в качестве «бесхитростного рассуждения» его теория о вращении Земли как причине приливно-отливных явлений.

И все это (якобы) не для того, чтобы доказать движение Земли, а дабы показать: несмотря на сказанное другими народами после 1616 года, итальянцы свободны рассуждать о проблемах коперниканизма, как и другие люди. Для этой цели, заявил Галилей, «я принял сторону Коперника в дискуссии, поступив как с чисто математической гипотезой и стараясь всеми возможными приемами представить ее превосходящей гипотезу о

неподвижности Земли, причем не безусловно, а против аргументов неких перипатетиков (последователей Аристотеля)»^[212]. Это было сделано в ярком литературном стиле. Три собеседника – коперниканец Сальвиати, Сагрето, интеллигентный скептик и новообращенный коперниканец, и последователь Аристотеля Симплисио – мыслили вполне современно, хотя Симплисио был назван не как современный итальянец, а как комментатор Аристотеля, жившего в VI веке и часто цитируемого последователями великого грека.

Галилей часто демонстрировал свой талант полемиста, и теперь дал ему полную волю. Ситуацию смягчало лишь то, что подразумевалась вежливая беседа между тремя джентльменами. Но Галилей использовал все возможные приемы, чтобы сбить с толку бедного Симплисио, ученика Сократа, который вынужден постоянно проявлять свое невежество и некомпетентность в догматах Аристотеля. Открытия, сделанные с помощью телескопа, новая динамика Галилея, теория приливов и современная анти-аристотелевская физика – все было привлечено для поддержки Коперника^[213].

Беседа свободно переходила от Земли к небесам и обратно, пока все антиаристотелевские и прокоперниковские доводы не были высказаны и поддержаны, а присущая антикоперниковской системе слабость не стала очевидной. Бедный Симплисио был разбит наголову. Поэтому не слишком убеждает на последней странице его протест:

«Я знаю, если спросить, мог ли Бог в своем бесконечном могуществе и мудрости даровать водному элементу наблюдаемое движение, используя некие иные средства... вы оба ответите, что Он мог это сделать и что Он знает, как это сделать множеством способов, неведомых нашему разуму. Из этого я делаю вывод, что если так, было бы неслыханной дерзостью для любого ограничивать Божественную силу и мудрость собственной фантазией».

Вежливый, но не пылкий ответ Сальвиати:

«Восхитительная, ангельская доктрина, и прекрасно согласуется с другой, тоже Божественной, которая хотя дает нам право спорить о строении Вселенной (возможно, чтобы работа человеческого ума не уменьшилась и не стала ленивее), но добавляет, что мы не можем познать творения Его рук»^[214].

Когда Сагрето замечает, как он ждет обещанного Сальвиати описания новой науки о движении «нашего академика» (то есть Галилея), оно не впечатляет. Оно почтительно, правильно, соответствует тому, что папа

велел Галилею сказать. Но неубедительно. Страсть и рвение были уже растрчены – на заключение осталась только покорность.

Неудивительно, что папа был уязвлен и раздражен: он разрешил, даже поощрил работу Галилея и теперь сожалел о своей благосклонности. Искренность предисловия представлялась весьма сомнительной, а в заключении слова самого папы о всемогуществе Господа были вложены в уста Симплисио, простака, который на протяжении всей дискуссии терпит поражение в спорах. И папа не мог не согласиться с теми, кто предполагал, что Галилей посмеялся и над спором, и над самим понтификом. Книга оказалась ошибкой и не должна была увидеть свет. Поскольку винить цензоров не было смысла, получалось, что

Галилей как-то их провел. Возможно, он изменил текст? Предисловие и последняя часть книги выглядели не так, как все остальные. Может быть, оно было добавлено уже после того, как цензоры одобрили текст? Теперь иезуиты были против Галилея, и папа решил больше не защищать своего прежнего фаворита. Продажа «Диалога» была приостановлена, и друзья Галилея всерьез забеспокоились. Флорентийский посол получил аудиенцию у папы и сообщил встревоженному великому герцогу (не Козимо, который умер в 1621 г., а его преемнику Фердинанду II, тоже проявлявшему участие к Галилею), что «его святейшество был в гневе и сказал мне, что Галилей посмел вмешаться туда, куда не должен был, – в самые тяжелые и опасные проблемы, которые только могли быть подняты в это время»^[215].

Папа был зол и обеспокоен, что, покинув математику ради религиозных споров, Галилей отступил от веры. Он приказал священной канцелярии рассмотреть вопрос, а ученому велел безоговорочно явиться в Рим. Галилей был в шоке. Он не привык к такому обращению и считал, что папа его поддерживает. Кроме того, он был болен. И тем не менее он надеялся, что сможет оправдаться и выразить свою безусловную преданность церкви.

На этот раз Галилей не хотел ехать в Рим и заниматься этим делом лично. Никто не хочет сталкиваться с инквизицией, разве что это совершенно необходимо; к тому же он действительно был болен. Но папа решил, что ученый проявляет неоправданную надменность, и не обратил внимания на его жалобы на плохое здоровье, хотя они были вполне разумными – как-никак Галилею уже было почти семьдесят. Наконец папа перешел к открытым угрозам и заявил, что, если ученый не явится в Рим сам, его доставят под конвоем. Галилей прибыл в Рим, но прошло еще два месяца, прежде чем он был допрошен инквизицией. К его немалому

удивлению, оказалось, что главное обвинение, выдвинутое против него, заключалось в том, что он проигнорировал запрет 1616 года. Инквизиторы утверждали, что ему было запрещено защищать, поддерживать, изучать и обсуждать систему Коперника, в то время как ученый был уверен, что обсуждать систему ему было позволено – как в «Диалоге». Подтвердить свои слова он мог только клятвой и охранной грамотой, выданной ему в свое время Беллармини. Но Беллармини к этому времени уже умер. Хуже того, инквизиторы, похоже, располагали свидетельствами об обратном. Этих свидетельств Галилей, разумеется, так никогда и не увидел. Речь шла о неофициальной анонимной записке, случайно найденной в бумагах за 1616 год. В ней было перечислено, что могло произойти, если бы Галилей не принял совета кардинала Беллармини^[216]. Учитывая существование этого документа, можно было вполне обоснованно предположить, что Галилей не имел права ни писать «Диалог», ни тем более его публиковать. Вероятно, документ все же казался отчасти сомнительным – ему следовало быть написанным в более официальной форме. Тем не менее Галилей успешно прошел через все допросы и не испытал на себе дурного отношения инквизиции, хотя страх перед арестом, разумеется, был чрезвычайно велик. После двух допросов ученого отпустили на попечение флорентийского посла, и рассмотрение его дела продолжилось. Было много частных бесед, на которых Галилею давали понять, что в глазах церкви он виновен в непокорности и не может ожидать к себе снисходительности, если только не подчинится безоговорочно воле церкви и не покажет, как высоко ценит мягкое к себе отношение.

Наконец, спустя четыре месяца после прибытия Галилея в Рим, решение было принято: в конце июня 1633 года Галилея снова вызвали в священную канцелярию для получения декрета инквизиторов. Его осудили за непокорность; «Диалог» запретили, а ученому предписали отречься от ошибок и признаться в неповиновении, после чего он будет помещен в тюрьму святой инквизиции, где останется, пока папа не сочтет нужным его освободить. (На самом деле тюремное заключение сразу же было заменено домашним арестом в одной из римских резиденций Медичи.) Но по двум пунктам обвинения Галилей выиграл. Он просил, чтобы от него не требовали признания, что он плохой католик и что он намеренно обманул кого-то, напечатав свою книгу. В действительности тем самым он отрицал, что когда-либо придерживался мнения, которое церковь считала еретическим. Он обещал, что его никогда больше не заподозрят в ереси. В принципе Галилей был лояльным католиком и мог с чистой совестью поклясться в этом. Но он остро чувствовал социальный позор, связанный с

осуждением и последующим заключением, возможно, более остро, чем запрет «Диалога», который не явился для него сюрпризом.

О процессе и осуждении Галилея ходило много легенд. В XIX веке, когда свобода мысли была, как никогда, крепка и рационализм одержал победу, «дело» Галилея представлялось непостижимым. Или Галилей сломался под пытками, или его отречение не было искренним. Но ведь Галилей был итальянским католиком 1633 года, а не североевропейским протестантом XIX века. Он считал священную канцелярию и папу заблуждающимися представителями церкви, и он подчинился им, как и было должно. Он считал наказание суровым и всячески старался его смягчить, даже когда спустя год ему позволили вернуться на свою виллу возле Флоренции. Он оплакивал свою неспособность использовать мнение просвещенных итальянцев, чтобы изменить предрассудки церковной иерархии. Ученый разделял мнение друзей, многие из которых были духовными лицами, считавших всему виной враждебность иезуитов. Но при всем том ему даже в голову не приходило взбунтоваться.

Забавный поворот: декрет церкви, процесс и обсуждения Галилея пошли на пользу коперниканизму. Латинское издание «Диалога» увидело свет в Страсбурге в 1635 году, вместе с латинским и итальянским изданием «Письма великой герцогине». Итальянцы были вынуждены молчать или применять теории Коперника только к Юпитеру и его спутникам, но католические ученые во Франции и других странах не обратили внимания на декрет. Декарт занимал уникальную позицию в ученом мире. Он никогда открыто не признавал коперниканизм, хотя считал его истинной системой мира.

Отец Мерсенн, глубоко религиозный и в высшей степени благочестивый человек, перевел на французский язык несколько трудов Галилея по механике и стал коперниканцем. Гассенди (1592–1655), также духовное лицо, не только продолжал активную переписку с Галилеем после 1633 года, но и энергично защищал систему Коперника. Были и другие ученые, которые поддерживали коперниканизм после 1633 года больше, чем после 1610-го. С помощью телескопа Галилей получил информацию, показавшую, как мало древние знали о Вселенной, которая описывалась системой Коперника намного лучше, чем системой Птолемея. А процесс и осуждение Галилея сделал выбор между двумя системами вопросом совести и принципа. Больше никто не хотел ждать. Те, кто не желал становиться убежденным коперниканцем, должны были, по крайней мере, стать последователями Тихо Браге, чтобы считаться серьезными учеными. Галилей выиграл, хотя формально был осужден. Он убедил

людей, что споры идут не вокруг теологии, а вокруг структуры небес. Принятие или непринятие коперниканизма перестало быть проблемой, связанной с верой. Теперь оно опиралось на свидетельства звезд, которые представлял Коперник.

Эпилог

Процесс Галилея знаменует высшую точку великих дебатов о космологии и конец долгого поиска новой астрономии, начатой Пурбахом. Галилей показал дорогу, по которой следовало идти дальше, потому что только благодаря динамике Галилея появился синтез Ньютона. Динамика, которую Галилей использовал как случайный аргумент в «Диалоге», была со временем растолкована в «Серьезных разговорах о двух новых науках» (*Discourses on Two New Sciences*) – труде, который он упрямо завершил, несмотря на заключение и слепоту. Книга была тайком вывезена из Италии и в 1638 году напечатана в Голландии, показывая, что новые идеи остановить не может никто. Кеплер, умерший в 1630 году, никогда не видел «Диалога», не знал новой динамики Галилея, как и того, что Галилей проигнорировал все его сложные расчеты. И все же комбинация динамики Галилея и математической астрономии Кеплера сделала возможной окончательный триумф новой астрономии.

Астрономия созрела раньше, чем естественные науки. И все же в каком-то смысле работа Гарвея также стала моментом истины. Попытки автора XV века взглянуть на анатомию и физиологию глазами Галена привели сначала к независимому изучению, потом к новым концепциям и новым знаниям. А те, в свою очередь, привели к разрушению центрального столпа физиологии Галена посредством доктрины кровообращения. Хотя это открытие многими отвергалось даже в 1630-х годах, никто не сомневался, что современные врачи знали больше, чем древние, а экспериментальные методы можно использовать для исследования человеческого скелета так же, как и любой другой части природы. Даже вспомогательные науки – ботаника и зоология – уже находились на пути к независимому развитию.

Одной из самых заметных перемен в период между 1450 и 1630 годами является изменение отношения к древним. В 1450 году люди пытались только понять, что открыли древние, уверенные, что больше уже ничего нельзя узнать. К 1630 году все изменилось. Теперь труды древних авторов были доступны на многих местных языках, и даже не слишком грамотные люди, прочитавшие эти книги, знали, что авторитет греческих и римских авторов подвергается, мягко говоря, сомнению. Древнее знание быстро устаревало. То, что казалось новым в 1500 году, безнадежно устарело к 1600 году – идеи менялись с воистину удивительной быстротой.

В 1536 году Петр Рамус (Пьер де ла Рама), возможно несколько преждевременно, мог публично отстаивать тезис о том, что все сказанное Аристотелем ложно. Спустя сорок лет философия Аристотеля все еще преподавалась в университетах, но блестящие студенты, такие как Фрэнсис Бэкон, уже утверждали, что изучение Аристотеля – ненужная потеря времени. К 1630 году стало очевидно, что путь свободен для новой физики, как и для новой космологии. Только зоологические труды Аристотеля все еще считались авторитетными.

В 1450 году человек, занимающийся наукой, был или классическим ученым, или пребывал на уровне колдуна. В 1630 году он был или образованным человеком нового типа, или техническим ремесленником. Авторитет древних упал, зато возросла уверенность в себе молодых ученых. Необходимость в классическом образовании стала не столь насущной, хотя все еще считалось, что каждый ученый должен читать и писать по-латыни. Успехи науки и быстрое продвижение вперед рационализма, как правило, означали конец магических традиций. Математик больше не был астрологом, на место алхимии пришла химия и стала быстро развиваться. Мистицизм чисел, так любимый Кеплером, уступил место теории чисел, которую исследовал Ферма (1601–1665); естественная магия вот-вот должна была оказаться вытесненной экспериментальной наукой и механической философией. Наука и рационализм готовились стать синонимами, скрепленными воедино *Discourse on Method* (1637) Декарта.

Большое практическое значение для ученых имело изменение положения науки в мире. Пурбах и Региомонтан читали лекции по литературе, а не математике или астрономии, Везалий стал лектором по хирургии, а не анатомии. В 1500 году существовало немного университетских научных должностей, и ни один ученый не мог ожидать уважения от научного мира, если он не был еще и гуманистом. К 1600 году все изменилось. Появились кафедры математики во всех главных университетах и даже некоторых второстепенных; там учились будущие космографы, астрономы, прикладные математики. Оплата труда и престиж математиков первоначально были ниже в сравнении с соответствующими должностями на старых медицинских факультетах, но после 1600 года даже эта ситуация начала меняться, и наглядный тому пример – опыт Галилея. Гарвей считал свою ламлианскую должность весьма удачной в плане оплаты труда и возможностей для исследований, а на хороших медицинских факультетах теперь в обязательном порядке преподавалась анатомия, ботаника и даже химия. Создавались новые научные должности:

в Оксфорде появились савилианские профессора, а в Кембридже – лукасианские. Это были хорошо оплачиваемые уважаемые должности. Их часто основывали богатые меценаты, восприимчивые к научному прогрессу и понимающие его потенциальные возможности. По мере развития технических наук появился большой спрос на учебные пособия – сначала на латыни, потом на местных языках. В 1550 году не знавшие латынь могли заниматься лишь прикладной математикой. В первые годы XVII века Галилей доказал, что большинство новых идей могут быть изложены не только на латыни, но и на любом языке. Примеру Галилея последовали многие. Все больше книг, за исключением, может быть, очень специфических трудов, выходило на местных языках. Хотя, конечно, все важные работы, напечатанные на английском, французском или итальянском, как правило, переводились на латынь, чтобы быть полезными ученым разных стран. Объем опубликованных научных трудов отражает рост науки и расширение аудитории, способной их воспринять. Увеличение числа людей, занятых в научной сфере, пока было недостаточно для создания научных обществ. Но всего лишь одно поколение отделяет Линчейскую академию от важнейших научных обществ – Королевского общества в Англии и Академии наук во Франции.

Наука стала приносить пользу, хотя пока и ограниченную, и практический потенциал было невозможно предсказать с уверенностью. Анатомия помогала хирургам, хотя до определенного предела: хирург пока еще не умел разбираться с внутренними расстройствами. Лучшее понимание структуры растения никак не продвигало медицину. Новые растения из заморских стран снабжали врачей новыми лекарствами, но их экзотичность вовсе не означала, что они лучше. Открытие кровообращения по непонятной причине привело к увеличению кровопусканий. Химия добавила новые лекарства в фармакопею, но хорошо это или плохо, вопрос спорный – и тогда, и сейчас. Слабительные и рвотные средства стали дешевле и действеннее, чем были сто лет назад. Уровень смертности остался неизменным – высоким, хотя с ранами теперь хирурги стали справляться несколько лучше. Химик мог многое узнать от ремесленника, но пока почти ничего не мог дать ему взамен. Зато астрономия и прикладная математика были полезными и широко использовались. Астрономия удовлетворяла много потребностей: астрология давала уверенность в будущем, убеждала и предостерегала, календарные расчеты давали более точную дату Пасхи, успокаивая душу человека. Знание навигации давало возможность защищать людей от опасностей, связанных с путешествиями через океан. Новые методы, новые инструменты, новые

идеи – все проходило проверку практикой. Хотя многие научные знания оказались негодными к употреблению, а некоторые из лучших изобретений были чисто эмпирическими, все же успех прикладной астрономии был несомненным. Неудивительно, что Бэкон видел практическую пользу науки. Правда, нельзя сказать, что многие ученые, кроме Бэкона, испытывали большой оптимизм относительно потенциальной полезности науки. Некоторая уверенность в этом вопросе в конце XVII века основывалась на несомненных успехах, достигнутых в XVI веке, – несколько преждевременный триумф, который не мог быть продолжен немедленно.

Интерес к практической полезности науки означал интерес к техническим проблемам и поддержку труда ремесленников и инженеров. XV век видел средневекового военного инженера, занятого самыми разными гражданскими делами. Это вместе с ростом потребности в астрономических и землемерных инструментах стимулировало появление новой профессии – изготовителя инструментов и математического практика. Квадрант, первые нивелиры, логарифмическая и навигационная линейки, магнитный компас, теодолит, деклинометр – для их изготовления требовались математические знания и немалый опыт. Благодаря науке появились навигационные инструменты и карты, затем – астрономические инструменты, такие как изобрел Тихо Браге и научил всех желающих ими пользоваться. А в начале XVII века изобрели и оптические приборы. Галилей переквалифицировал изготовителя очков в изготовителя телескопов. В конце XVII века стала обычной ситуация, когда научные изобретения обеспечивали новые товары для ремесленников, а также новые инструменты для научных исследований для себя.

Хотя в XVI веке наблюдался повышенный интерес к науке, особенно среди широких народных масс, среди образованных людей этого не наблюдалось – парадоксально, но факт. Некогда наука была частью образования – и должна была стать ею снова. В Средние века наука вошла в университетские программы, и каждый клерк читал Аристотеля. Отвернувшись от схоластики университетов, с которой была неразрывно связана аристотелевская наука, новый гуманизм предпочел натурфилософии литературу и филологию. С математикой дела обстояли лучше, поскольку ее считали тренировкой для ума – как говорил еще Платон, доктрины которого явились удобной альтернативой аристотелевским. Но успех новой науки оставил далеко позади ненаучного философа. Как он мог принять отречение от древнего знания вкупе с тенденцией, пусть даже еще слабой, верить, что современный человек

может знать больше, чем древние, если сам занимался оценкой различных доктрин прошлого? Особенно это относилось ко времени, когда астрономическая революция набирала силу и разрушила фундаментальные представления о геоцентрическом космосе, созданном для человека. Астрономия, некогда самая понятная широким массам наука, вырвалась за все границы, став абстрактной и использующей чрезвычайно сложный математический аппарат. Когда же Вселенная астронома стала слишком уж обширной и непонятной, обыватель не стал бунтовать против этого, как некоторые поэты, – зачем? Он просто стал равнодушным к этой науке. Философ не чувствовал необходимости постичь удивительные перемены во Вселенной. Как и Монтень, он довольствовался предположением, что все это игра с гипотезами, которая мало что значит. Только немногие видели ситуацию иной. Бруно и Бэкон показали – по-разному, – как может использовать философия догадки о физической Вселенной. И вскоре уже ни один философ не мог позволить себе игнорировать новый космос, открытый учеными и ставший реальным благодаря их потрясающим новым методам.

Библиография

Там, где это возможно, все рассуждения основаны на первоисточниках, которые были для меня доступными. Если эти источники существуют в современных изданиях (которые часто содержат превосходный вводный материал), они перечислены здесь. Также здесь приведены более или менее доступные труды, которые я сочла полезными и к которым читатель может обратиться, если возникнет необходимость в более подробном ознакомлении с материалами. Многие из них содержат обширные библиографии. По этой причине я не старалась дать абсолютно исчерпывающую библиографию и не делала ссылок на научные статьи.

Есть две работы, касающиеся исторического периода, который рассмотрен в этой книге: *Lynn Thorndike. Science and Thought in the Fifteenth Century* (N. Y., 1929). Ее автор медиевист, считающий XV век разочаровывающим; и *George Sarton. Six Wings: Men of Science in the Renaissance* (Bloomington, Indiana, 1957) – в последней книге содержится в основном биографический и библиографический материал. Что касается технологии, есть *A History of Technology*. Ed. C. Singer, E.J. Holmyard, A.R. Hall and T.I. Williams. Oxford, 1954–1958); в III томе описан Ренессанс и обсуждаются разные аспекты прикладных наук. В сборнике *La Science au Seizieme Siecle, Colloque international de Royaumont* (Paris, 1960) рассмотрены разные интересные темы.

Глава 1

Общепринятый труд по литературным и философским аспектам гуманизма – *Sandys J.E. A History of Classical Scholarship*. II. London, 1908; в *Sarton G. The Appreciation of Ancient and Medieval Science during the Renaissance* (Philadelphia, 1955) содержится много полезной информации. *Taylor E.G.R. The Heaven-Finding Art* (N. Y., 1957) – восхитительный, написанный очень живым и понятным языком труд по истории навигации. Книга *Bensaude J. L’Astronomie Nautique au Portugal a l’epoque des grandes decouvertes* (Bern, 1912) ценна оригинальными источниками информации. Лучшая история астрономии – *Dreyer J.L.E. A History of Planetary Systems from Thales to Kepler* (Cambridge, 1906); 2nd ed. as *A History of Astronomy* (N. Y., 1953). *Brown L.A. The Story of Maps* (Boston, 1950) – лучшая история картографии этого периода, *Stevenson a E.L. Portolan Charts* (N. Y., 1911) рассматривает ранние морские карты.

Глава 2

Arber A. Herbals (and ed., Cambridge, 1953), *Blunt W.* The Art of Botanical Illustration (London, 1950) содержат прекрасные ботанические тексты. *Raven C.E.* English Naturalists from Neckham to Ray (Cambridge, 1947) касается ботаников и зоологов, но книга трудна для восприятия. *Cole E.J.* A History of Comparative Anatomy (London, 1944, 1949) – книга интересная и надежная. Рассказ Гариота о Вирджинии и рисунки Джона Уайта воспроизведены у *Lorant S.* The New World (N. Y., 1946). *Oviedo y Valdes.* Natural History of the West-Indies / Ed. S.A. Stoudemire (Chapel Hill, N. Carolina, 1959), *Nordenskiold E.* The History of Biology (N. Y., 1928, 1946), *Singer Ch.* A History of Biology (and ed., N. Y., 1950) содержат интересные описания. *Adelmann H.B.* The Embryological Treatises of Hieronymus Fabricius of Aquapendente (Ithaca, N. Y., 1942) содержит текст и комментарий.

Глава 3

Лучший современный перевод предисловия и I книги *De Revolutionibus* выполнили J.F. Dobson. Selig Brodetsky, Occasional Notes, Royal Anatomical Society, № 10, 1947, *Commentariolus*, *Narratio Prima* переведены Э. Розеном, *Three Copernican Treaties* (N. Y., 1959). Большая часть первой книги Коперника издана с комментариями в *Kuhn T.S. The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1956). Весьма полезна книга *Dreyer. History of Astronomy*. В книге *Armitage A. The World of Copernicus* (N. Y., 1951) дана самая точная краткая биография. Интересны рассуждения А. Коуре в книге *Taton R. ed. L'Histoire Generale des Sciences*, t. II, *La Science Moderne* (1450–1800), Paris, 1959.

Глава 4

Подробные изложения даны в Kuhn. *Op. cit.*; *Stimson D.* The Gradual Acceptance of the Copernican Theory of the Universe (N. Y., 1917), но лучший общий обзор английской астрономии этого периода дает *Johnson F.R.* Astronomical Thought in Renaissance England (Baltimore, 1937). *White A.D.* A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom (N. Y., 1899) – интересный пример взглядов рационалиста-мирянина XIX века с полезными цитатами. *Astronomiae Instauratae Mechanica* (1598) Тихо Браге был переведен на английский язык и опубликован под названием *Tycho Brahe's Description of his Instruments and Scientific Work* (Copenhagen, 1946), а его космологическое описание было переведено и опубликовано под названием *Tycho Brahe's System of the World* в 1959 году. *Dreyer J.L.E.* Tycho Brahe (Edinburgh, 1890) – стандартная биография, составленная астрономом, который также стал редактором *Tychonis Brahe Opera Omnia* (Copenhagen, 1913–1929). *Singer D.W.* Giordano Bruno his Life and Thought (N. Y., 1950) – неплохая биография с полезными цитатами. *Yates F.A.* The French Academies of the Sixteenth Century (London, 1947) – интересный рассказ о малоизвестных интеллектуальных обществах. *Koyre A.* From the Closed World to the Infinite Universe (Baltimore, 1957) – стимулирующее обсуждение космологических и философских проблем, углубленное дебатами о системе Коперника.

Глава 5

В настоящее время доступно много трудов в новых переводах, и большинство из них содержит полезную и авторитетную информацию: *Galen. On Anatomical Procedures* (London, 1959); *De Usu Partium* (Paris, 1854); *Mondino de Liucci. Anatomia* (Florence, 1930); *Benivieni A. De Abditis Nonnullis ac Mirandiss Morborum et Sanationum Causis*, ed. by C. Singer (Springfield, Ill., 1954); *Leonardo da Vinci on the Human Body* (N. Y., 1952).

Berengario da Carpi. A Short Introduction to Anatomy (Chicago, 1959); *The Epitome of Andreas Vesalius* (N. Y., 1949); *A Prelude to Modern Science... the «Tabulae Anatomicae Sex» of Vesalius* / Ed. C. Singer, C. Rabin (Cambridge, 1946); *The Illustrations from the Works of Andreas Vesalius* / Ed. C.D. O'Malley, J. B. de C.M. Saunders (N. Y., 1950); *Hieronimij Fracastorii de Contagione et Contagionis Morbis et Eorum Curatione* (N. Y., London, 1930); *Pare A. Apologie and Treatise* / Ed. G. Keynes (London, 1951); *Clowes W. Selected Writings* / Ed. F.N.L. Poynder (London, 1948).

О Фернеле можно порекомендовать прекрасный рассказ сэра Чарльза Шеррингтона *The Endeavour of Jean Fernel* (Cambridge, 1946). Общее обсуждение анатомии – *Singer C. The Evolution of Anatomy* (London, 1925); *A Short History of Anatomy* / Ed. Physiology from the Greeks to Harvey, 2nd ed. (N. Y., 1957). О технике изготовления химических препаратов – *Forbes R.J. A Short History of the Art of Distillation* (Leiden, 1948), об их использовании – *Urdang G. How Chemicals entered the Official Pharmacopoeias* // *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*. VII. 1954. P. 303–314. О жизни и работе Бегина – *Patterson T.S. Jean Beguin and his Tyrocinium Chemicum* // *Annals of Science*. XI. 1937.

Глава 6

Большая работа о магии этого периода – *Thorndike L. A History of Magic and Experimental Science* (N. Y., 1923–1941), в томах изложено все, что касается XV и XVI веков. В ней содержится множество фактов, но нет толкований. *Allen D.C. The Star-Crossed Renaissance* (Durham, N.C., 1941) посвящена астрологии. *Stillman M. The Story of Early Chemistry* (N. Y., 1924) рассматривает рациональные, а *Holmyard E.J. Alchemy* (Penguin, 1957) – нерациональные аспекты химии этого периода. Что касается Парацельса, есть *Selected Writings*. Ed. J. Jacobi (London, 1951); *Waite A.E. Hermetical and Alchemical Writings of Paracelsus* (London, 1894); *T.P. Sherlock. The Chemical Work of Paracelsus. Ambix. III. 1948. P. 33–63* – здравый и уравновешенный анализ. Еще можно назвать *Pagel W. Paracelsus: an Introduction to Philosophical Medicine* (Basle, N. Y., 1958); *Hall A.R. «Paracelsus» Again // The Cambridge Journal. VI. 1953. P. 301–310*. Книга *Norton T. Ordinall of Alchimy* была отредактирована E.J. Holmyard с издания XVII века (London, 1928). Basil Valentine можно прочитать в *The Triumphal Chariot of Antimony with the Commentary of Theodore Kerckringus* – переводе латинского издания 1685 года (London, 1893). *Porta. Natural Magick* перепечатывалась в 1658 и 1669 годах, здесь использовано второе издание. *Cardan. The Book of My Life* также несколько раз переиздавалась.

Глава 7

Об искусстве перспективы см.: *Panofsky E.* Albrecht Dhrer (2nd ed. Princeton, 1945). О навигации – *Taylor E.G.R.* Op. cit.; *Tudor Geography* (London, 1930); *Late Tudor and Early Stuart Geography, 1584–1650* (London, 1934) – о Ди и Райте; и *Mathematical Practilioners of Tudor and Stuart England* (Cambridge, 1954). *Waters D.W.* The Art of Navigation in Tudor and Stuart England (London, 1959) – очень полный обзор с длинной библиографией. О механике см.: *Clagett M.* The Science of Mechanics in the Middle Ages (Madison, Wisconsin, 1959). *Galileo.* On Motion; On Mechanics также доступны в издании университета Висконсина (Madison, Wisconsin, 1960). О работах Стевина см.: *The Principal Works of Simon Stevin. Vol. I. Mechanics* / Ed. E.J. Dijksterhuis (Amsterdam, 1955). В этой книге также содержится полезный обзор статических методов. О развитии динамики XVI века читайте: *Koyre A.* Etudes Galileennes, 3 vols (Paris, 1939). По истории математики полезных трудов много. Хороший обзор алгебры дан у А. Койре в *La Science Moderne*. Представляются весьма полезными *Smith D.E.* A History of Mathematics, 2 vols. (Boston, London, 1923); *Montucla.* Histoire des Mathematiques (Paris, 1758) – XV и XVI векам посвящен т. 1. В книге *Morley H.* The Life of Girolamo Cardano (2 vols, London, 1854) подробно изложен спор Кардано и Тарталья. О динамике Тарталья читайте: *Koyre A.* La Science au Seizieme Siecle. P. 916.

Глава 8

О научных обществах XVI и начала XVII века писали мало и неточно. Надежный источник – *Yates F. French Academies. Lenoble R. Mersenne ou la Naissance du Mecanisme* (Paris, 1943) – хороший источник информации о жизни и труде Мерсенна. Также можно использовать *Bradbrook M.C. The School of Night* (Cambridge, 1936); *Ward J. Lives of the Professors of Gresham College* (London, 1740). О Бэконе – *The Philosophical Works of Francis Bacon / Ed. J.M. Robertson* (London, 1905); *Anderson F.H. Philosophy of Francis Bacon* (Chicago, 1948).

Глава 9

Singer C. The Discovery of the Circulation of the Blood (London, 1956) – хороший и краткий рассказ. Бесценный источник – *O'Malley C.D.* Michael Servetus, A Translation of his Geographical, Medical and Astrological Writings (Philadelphia, 1953). *Fulton J.F.* Michael Servetus, Humanist and Martyr (N. Y., 1953) содержит краткую биографию и библиографию. Много полезной информации в книге *Foster M.* Lectures on the History of Physiology during the Sixteenth, Seventeenth and Eighteenth Centuries (Cambridge, 1924). *Fabricius H.* De Venarum Ostiolis, 1603 – факсимильное издание с введением, переводом и примечаниями *K.J. Franklin* (Springfield, Illinois, 1933). Есть много изданий Гарвея *De Motu Cordis*, последнее – *Franklin K.J.* Oxford, 1957. Весьма интересна также статья *Bayon H.P.* William Harvey, Physician and Biologist // *Annals of Science*. III, IV. 1938–1939. Одна биография, к сожалению, изложенная слишком напыщенно – *Chuvois L.* William Harvey (Paris, London, 1957).

Глава 10

Kepler J. Gesammelte Werke / Ed. M. Caspar (Munich, 1938 ff.) заменила более старое издание (ред. Фриш). В биографии Кеплера, написанной Каспаром (London, N. Y., 1949), подробно изложены факты, касающиеся его жизни, но она излишне хвалебна, пожалуй, слишком детальна, и факты в ней не анализируются. *Baumgardt C. Johannes Kepler: Life and Letters* (N. Y., 1951) очень коротка, перевод писем вольный, а биографический материал идеализирован. Полезный и краткий обзор – см.: *A. Koyre. L’Oeuvre astronomique de Kepler. XVII^e Siecle* (Bulletin de la Societe d’Etude du XVII^e Siecle. Paris, 1956, № 30). P. 609. Причины веры Кеплера в то, что Вселенная конечна, обсуждаются в *Koyre A. From the Closed World to the Infinite Universe. Ch. III. Рассказы в Dreyer. History of Astronomy, Koyre A. La revolution astronomique* (Paris, 1961) важны и интересны.

Глава 11

Стандартное издание в Edizione Nazionale, Opere / Ed. A. Favaro (Firenze, 1890–1909, 1929–1939). В *Drake S. Discoveries and Opinions of Galileo* (N. Y., 1923) содержатся *The Sidereal Messenger*, *The Letter to the Grand Duchess Christina*, часть *The Assayer* и некоторый биографический материал. В *The Controversy of the Comets* (Philadelphia, 1960) также содержатся соответствующие первоисточники. *The Discourse on Bodies in Water* была переиздана С. Дрейком (Urbana, Illinois, 1960). Что касается «Диалога», в тексте использованы цитаты из издания Дрейка (Berkeley, 1953). *Santillana G. de. The Crime of Galileo* (Chicago, 1955) – полный, беспристрастный документальный рассказ о процессе. *Rosen E. The Naming of the Telescope* (N. Y., 1947) – очень эрудированная работа.

notes

Примечания

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

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

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. 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.*)

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

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

П о р т о л а н, п о р т у л а н – средневековая морская навигационная карта. (*Примеч. пер.*)

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.

Астрономы, разумеется, были знакомы со стереографической проекцией астролэбии. Можно представить землю таким же способом, как небо, астролэбия 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.

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 вообразить 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.

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

De Revolutionibus. Предисловие.

Sarton G. Osiris, 5. 1938. The Scientific Literature Transmitted through the Incunabula. P. 447.

De Historia Stirpium. Basle, 1542. Preface, sig. 2v. Quoted in Arber. P. 67.

De Historia Animalium. IV. 1558. De Aquatalibus.

A. *Zaluziansky von Zaluzian*. *Methodi Herbariae Libri Tres*. Prague, 1592.
Arber. P. 144.

Rheticus. Narratio Prima // Rosen. Three Copernican Treatises. P. 109.

De Revolutionibus. P. 4–5.

Посвящение папе, вероятнее всего, объясняет, почему Коперник нигде не упомянул о помощи Ретика. Вовсе не чувство неблагодарности, а политические соображения подсказали, что было бы неразумно упоминать в 1543 г. имя протестанта в церковных кругах. А тот факт, что Ретик бросил редактуру, предполагает, что его помощь не была такой огромной, как принято считать.

Может показаться странным, что Коперник не претендовал на возрождение доктрин Аристарха Самосского (работал ок. 270 г.) – «Коперника Античности», который говорил о суточном и годовом движении Земли. Но наши знания об этой теории основываются только на паре предложений в «Псаммит, или Исчисление песчинок» (Sand-Reckoner) Архимеда и двух коротких ссылок у Плутарха. Возможно, Коперник никогда не видел работу Архимеда, поскольку она впервые была опубликована уже после его смерти. Первоначально он завершил первую книгу *De Revolutionibus* кратким перечислением трудностей, связанных с обсуждением сложных научных идей широкой публикой, после чего отметил, что, по некоторым сведениям, Аристарх имел то же мнение, что и Пифагор. Но позднее исключил эти параграфы.

De Revolutionibus. P. 5.

De Revolutionibus. P. 15.

Three Copernican Treatises. P. 59.

Получалось, что, поскольку земная сфера эксцентрична к Солнцу, действительным центром движения был центр орбиты Земли. Тем не менее истиной являлось то, что планеты «ходят вокруг» Солнца, и в птолемеевой системе то же самое считалось в отношении Земли.

De Revolutionibus. P. 16.

Ibid. P. 19.

К этим двум движениям Коперник впоследствии добавил третье – движение полюсов, чтобы объяснить постоянство угла наклона земной оси, которой грозит опрокидывание, когда Земля переносится по кругу твердой движущейся сферой.

De Revolutionibus. P. 14.

Galileo. Dialogue Concerning the Two Chief World Systems, tr. by Stillman Drake. Berkeley, 1953. P. 128 (The Second Day; Sagredo to Simplicio).

Brahe T. Description of his Instruments. P. 46, 110.

А л ь ф о н с и н ы – астрономические таблицы, созданные под патронатом кастильского короля Альфонсо. *(Примеч. пер.)*

Dreyer J.L.E. History of Astronomy. New York, 1953. P. 318, 345.
Публикация Рейнгольдом Пурбаха несколько раз переиздавалась.

Brahe. T. Op. cit. P. 107.

Stimson L. Gradual Acceptance of the Copernican Theory of the Universe. New York, 1917. P. 44. Cited from V. de La Fuente. Historia de las Universidades... de Espana, 1884.

Quoted by F.R. Johnson. P. 127–128.

Yates A. The French Academies of the Sixteenth Century. London, 1947. P. 96.

Yates A. Op. sit. P. 97.

Dreyer J.L.E. Op. sit. P. 350.

Четвертый день. Цит. по английскому переводу Джошуа Сильвестра.

Universae Naturae Theatrum. Book 5, section 2.

Essays. Book II. Ch. 12. «An Apology of Raymonde Sebonde», Florio's translation.

An Anatomy of the World, 1611.

«К читателю» – вступительное слово к A Perfit Description of the Celestial Orbes, приложенное к A Prognostication Everlasting (London, 1576). Книга в период: с 1576 по 1605 г. переиздавалась семь раз.

Слегка измененный отрывок из латинских трудов Диггеса. Диаграмма часто воспроизводится, например у Джонсона. На то, что бесконечная вселенная является теологической, а не чисто физической, впервые указал Koyre (From the Closed World to the Infinite Universe).

Tycho Brahe's Description of his Scientific Instruments. P. 108.

Невооруженный взгляд не может разделить точки, угловое расстояние между которыми меньше двух минут дуги.

Tycho Brahe's Description of his Scientific Instruments. P. 110.

Tycho Brahe's Description of his Scientific Instruments. P. 117.

Его настоящая фамилия – Биневиц. Принятие имени Апиан (пчела) – типичный пример существовавшей в эпоху Ренессанса тенденции использовать латинские фамилии. Апиан был географом. Он не интересовался астрономической теорией. Его главная работа по космографии была опубликована в 1539 г.

Tycho Brache's System of the World. P. 255. Ch. X of Recent Phenomena;
Opera Omnia. J IV. P. 222.

Tycho Brache's System of the World. P. 258. Ch. 8 of Recent Phenomena.

До появления телескопа считалось, что звезды должны иметь диски, как планеты, и относительно их видимых диаметров идей явно многократно преувеличивались.

Такая модификация впервые была опубликована в 1588 г. малоизвестным астрономом Николасом Реймерсом в *Fundamentum Astronomicum*. Тогда Тихо Браге затеял долгую и ожесточенную публичную дискуссию с Реймерсом, в которой каждый обвинял другого в плагиате. Тихо Браге утверждал, что изобрел свою систему в 1583 г., и лично описал ее Реймерсу, когда тот посетил Ураниборг. Это Реймерс яростно отрицал.

On the Magnet. Book VI. Ch. 3. P. 215.

Ibid. Ch. 5. P. 226.

Ibid. Ch. 9. P. 240; Ch. 3. P. 214–215.

Память, как и знание, считалась силой.

Singer. Giordano Bruno. P. 250.

Singer. Giordano Bruno. P. 229.

На самом деле Орезм верил, что Земля неподвижна и потому соответствующие отрывки из Священного Писания имеют астрономическую значимость.

Цит. в *Armitage*. The World of Copernicus. P. 94.

White. History of the Warfare of Science with Theology. P. 1227.

Кальвина часто (ошибочно) цитируют как искреннего критика Коперника; историю возникновения этого мифа проследил Edward Rosen в статье *Calvin's Attitude Toward Copernicus* // *Journal of the History of Ideas*. 21. 1960. P. 431–441.

On Anatomical Procedures. P. 34.

Epitome. P. XXXV.

Что действительно запрещала церковь – это вываривание тел для получения скелетов. Эдикт 1300 г. был принят ввиду того, что богатые крестоносцы и паломники хотели, чтобы их кости захоронили дома, а это грозило стать всеобщей практикой. Эдикт стал причиной множества всевозможных хитростей, на которые шли анатомы, чтобы получить кости (ограбление виселиц и склепов), а тела для вскрытия были доступны.

De Abditis Nonnullis... case 32. P. 70.

Некоторые университеты оказались медлительнее. В Тюбингене, к примеру, изучение анатомии началось только в 1485 г., а в уставе было сказано, что вскрытия должны были проводиться каждые три или четыре года. Даже в 1538 г. вскрытия делались нечасто. Но университет Тюбингена не прославился. Лучшие медицинские факультеты регулярно проводили вскрытия.

On Anatomical Procedures. P. 2.

Six Tables в A Prelude to Modern Science. Р. 2. Оригиналы были опубликованы в 1538 г. и предназначались для «профессоров и студентов медицины».

Rete mirabile – сеть сосудов, расположенная в основании мозга. Она есть у скота, но отсутствует у людей. Трудности, связанные с ней, обозначены комментарием Никколо (Николо) Масса (1489–1569) во «Введении в анатомию» (1536): «Некоторые осмеливаются говорить, что эта сеть – вымысел Галена... но я сам часто видел ее и демонстрировал желающим, так что никто не может отрицать ее существования, хотя иногда она была очень мала» (A Prelude to Modern Science. P. XXXV).

Гален утверждает: «Правая почка расположена выше у всех животных» (On Anatomical Procedure. Book V. Ch. 13), но о человеке там не сказано ничего. Остальная часть параграфа не оставляет сомнений в том, что речь идет об обезьянах и скоте.

Short Introduction to Anatomy. P. 35.

Ibid. P. 147.

Они были приписаны Калькару историком искусств XVI века Вазари. Современные ученые в этом сомневаются. Фигуры так же превосходят те, что изображены в *Tabulae sex*, как и текст *Fabrīca* в сравнении с его более ранними работами. Хотя возможно, что художник и автор учились одинаково быстро. Единственный кандидат вместо Калькара – неизвестный художник, тоже ученик Тициана. Трудно поверить, что такой прекрасный рисовальщик, как тот, что выполнил иллюстрации к *Fabrīca*, больше нигде себя не проявил. Да и странно, что Везалий, отметивший прекрасную работу Калькара в *Tabulae sex*, не упомянул имени художника в *Fabrīca*.

По Везалию, прямые волокна ответственны за притяжение, косые за удерживание, а поперечные – за выталкивание. De Fabrica в Opera Omnia (2 vols. Leyden, 1725). Book III. Ch. 1. P. 305.

Ibid. P. 306.

De Fabrica. Book III. Ch. 12. P. 340.

Ibid. Book VI. Ch. 7. P. 511.

De Fabrica. Book VI. Ch. 15. P. 516.

Ibid.

Ibid. P. 535.

Отрывок из: *Plancy G. Life of Fernel (1607) в Sherrington. Endeavour of Jean Fernel. P. 150–170.*

Во Франции собственно хирург накладывал бинты и внешние медикаменты. Он не делал операций и не пускал кровь. Хирург-цирюльник, который делал все это, постепенно вытеснил более ограниченного в своих действиях хирурга, и все знаменитые французские хирурги того времени были хирургами-цирюльниками.

Последнее название было дано болезни Фракасторо в аллегорической поэме (1530), в которой повествуется о ее появлении и дается точная клиническая картина.

De contagion. P. 7.

Цит. в: *Forbes*. Short History of the Art of Distillation». Р. 108.

Интересный пример – работа Геснера, опубликованная под псевдонимом на латыни в 1552 г. Также она вышла на английском и ряде других языков под разными названиями, включая весьма экзотическое – «Новое сокровище здоровья» (1576).

Цит.: *Urdang*. How Chemicals entered the Official Pharmacopoeias. P. 309.
Декрет был изменен в 1613 г.

Сурьма в тот период всегда означала сернистую руду. Металл назывался *regulus* сурьмы.

A Brief Aunswere of Josephus Quercetanus Armeniacus, Doctor of Physic, concerning the Original and Causes of Mettales, Set foorth against Chemists. Concerning the Spagericall Preparations, and use of Minerall, Animall and Vegitable Medicines / With additions by John Hester. London, 1591. P. IV.

Basilica Chymica & Praxis Chymiatricae, or Royal and Practical Chemistry... Being a Translation of Oswald Crollius his Royal Chemistry. Augmented and Inlarged by John Hartman. As also the Practice of Chymistry of John Hartman. London, 1670. P. 1.

Аналогичная постановка вопроса существовала и в XVII в., когда молодой Роберт Бойль около 1650 г. написал «Очерк о превращении ядов в лекарства», ссылаясь на это явление как на пример бесконечной доброты и неисповедимых путей Господа.

Bacon F. The Advancement of Learning // Philosophical Works. P. 57.

Марлоу К. Трагическая история доктора Фауста.

Sherrington. Endeavour of Jean Fernel. P. 153.

Tycho Brahe's Description of Instruments. P. 117.

New Star. P. 113.

Description. P. 117–118.

Description. P. 117–118.

Norton. Ordinall of Alchimy. P. 13.

Pirotechnica // C.S. Smith, M.T. Gnudi. New York, 1959. P. 36.

Pirotechnica. P. 336–337.

Selected Writings. P. 211.

Selected Writings. P. 133–134.

Quoted by Sherlock. P. 41.

Triumphal Chariot of Antimony. P. 75.

Ibid. P. 76–77.

Triumphal Chariot of Antimony. P. 78–79.

Sherrington. P. 42.

Hermetical and Alchemical Writings. I. P. 17.

Selected Writings. P. 196–197.

Ordinall of Alchimy. P. 21.

Agrippa H.C. The Vanity of Arts and Sciences. London, 1694. P. 109.

Ibid. P. 110.

Natural Magick. 2nd. London, 1669. P. 1–2.

«С у м м а» – трактат Фомы Аквинского. *(Примеч. пер.)*

Natural Magick. P. 211.

Книга Герона была одной из тех, которые намеревался напечатать Региомонтан. Предполагалось, что Региомонтан построил много механических животных, в том числе муху и орла, которые, по утверждению современников, летали, как живые.

On the Magnet. Preface to the Candid Reader.

On the Magnet. Book IV. Ch. 2. P. 155–159.

Хотя Гилберт и не употребил слово «электричество», он придумал слово «электризация» для тех тел, которые после воздействия трением приобретают силу притягивать легкие предметы.

Магнитное склонение – склонение магнитной стрелки – угол между магнитным и географическим меридианами в данной точке земной поверхности; магнитное наклонение – угол, образуемый силовой линией магнитного поля Земли с плоскостью горизонта. (Примеч. пер.)

On the Magnet. Book V. Ch. 8. P. 200.

On the Magnet. Book V. Ch. 12. P. 209.

Предисловие Джона Ди к изданию Евклида Биллингсли.

К в а д р и в и у м – вторая ступень в изучении семи свободных искусств в средневековых университетах. (*Примеч. пер.*)

Hues R. Tractatus de Globis et eorum usu. Hakluit Society. London, 1889.

Б а к с т а ф ф – это квадрант, модифицированный таким образом, что судоводитель поворачивался спиной к солнцу, измеряя его угол возвышения посредством наблюдения за тенью, которую отбрасывала подвижная рейка.

Хондиус признал свою вину, но утверждал, что не сослался на Райта в печатном издании, поскольку латинский перевод оказался слишком плохим, чтобы печатать его под именем Райта! Представляется более вероятным, что виной всему были материальные соображения.

Certaine Errors in Navigation. London, 1599. Part II. Ch. 2.

Besson J. Theatre des Instrumens Mathematiques & Mechaniques. Lyon, 1579.

Автор «Механических проблем», придерживавшийся аристотелевской традиции, свел все простые машины к рычагу, который отнес, в свою очередь, к кругу через весы и колесо. Он сформулировал закон рычага в качественных терминах и раскритиковал динамику Аристотеля.

Перевод был сделан Региомontanом – исправление версии начала XV в. Полный математический текст ждал перевода (Федерико Коммандино) до 1558 г.

Стевин писал на голландском языке не только для того, чтобы книга была доступна его соотечественникам. Он убедил себя, что голландский язык – один из старейших европейских языков и особенно хорошо подходит для выражения научных концепций простыми словами. Работы Стевина оставались малоизвестными, пока не были изданы на латыни, французском и английском языках.

Works. I. P. 65–66.

Long division – письменное деление столбиком в дословном переводе –
долгое деление. (*Примеч. пер.*)

Современный символ квадратного корня не более и не менее наглядно указывает на эту операцию, чем ранее использовавшийся знак Rx (radix, корень). Эта ранняя форма могла также включать маленькую цифру, чтобы обозначить корень более высокой степени.

Поскольку логарифм числа по данному основанию есть показатель степени, в которую надо возвести основание, чтобы получить число (логарифм 8 по основанию 2 – это 3, поскольку $2^3 = 8$), логарифмы подчиняются правилам экспонент, согласно которым $a^n \times a^p = a^{n+p}$.

(Непер рассчитал свои таблицы так, что $\text{Log}_N^a = 10^7 \text{Log}_e 10^7/a$, или если синус, берется 10^7 , $N = e^{-1}$. Следовательно, основание Непера – величина, обратная основанию современных неперовских логарифмов. – Пер.)

Bacon. The Great Instauration: Proemium, Works. P. 241.

Advancement of Learning. P. 60.

Novum Organum. Book I. Aph. LXXIV.

Ibid. Aph. LXXX.

Впоследствии Гарвей осторожно заметил, что Бэкон писал философию, как лорд-канцлер.

Advancement of Learning. P. 95.

Ibid. P. 80.

Novum Organum, Book I. Aph. LXI.

Ibid. Aph. LXX.

Novum Organum. Book I. Aph. XIX.

Novum Organum. Book II. Aph. II.

Ibid. Aph. III.

Novum Organum. Book II. Aph. XX.

В этот период, конечно, делались попытки возродить атомные теории греков. Примеры – *Hill N. Epicurean Philosophy* (1601), *Basso S. Anti-Aristotelian Natural Philosophy* (1621) и ряд других трудов. Но эти попытки не были ни оригинальными, ни успешными, ни важными.

Journal tenu par Isaac Beeckman de 1604 a 1634, ed. Cornelis de Waard. 3 vols. The Hague, 1939–1945. P. 1, 216 (1618).

De Motu Cordis. Dedication.

Сервет, имея обширный словарь латинских прилагательных, из которых мог выбрать любое, вероятно описывая цвет артериальной крови, выбрал *flavus*, чтобы подчеркнуть ее сходство с огнем, пожаром.

Персидский толкователь Авиценны Ибн аль-Нафия описал такой же круг кровообращения. Но его труды стали известны в Европе только в XX в.

В испанском пересказе *Fabrica* Везалия (1556) упомянуто легочное кровообращение в пометкой: «Никто до меня этого не говорил». Поскольку его автор Хуан Вальверде, одно время бывший учеником Реальда Коломбо, он мог слышать его лекции по этому вопросу. Но когда Коломбо впервые заговорил об этом, неизвестно. Поскольку труд Вальверде был на испанском языке, он вряд ли мог оказать существенное влияние на итальянские медицинские круги, где, безусловно, предпочитали оригинал *Fabrica*.

Из книги VII De Re Anatomica Libri.

De Motu Cordis, введение: «Кое-кто. отрицает, в противоположность Коломбо, что легкие или производят, или сохраняют духи».

Э в р и п – узкий пролив, отделяющий остров Эвбея от континентальной части Греции. Каждые шесть часов направление течения в нем изменяется на противоположное. (*Примеч. пер.*)

Foster. Lectures on the History of Physiology. P. 34.

Этот факт отмечен одним из самых ярых последователей Цезальпина Артуро Кастиглиони в «Истории медицины». Однако по какой-то причине историки науки имеют чрезвычайно предвзятое мнение относительно системы кровообращения, и их выводы часто никак не связаны с имеющимися свидетельствами.

Помимо Сильвия, это Джамбаттиста Канано (1515–1579), упомянувший о клапанах в лекциях, которые читал в 1540-х гг., и рассказавший Везалию о своем открытии Шарль Эстенн, описавший их в своем трактате 1545 г., и некоторые другие ученые.

De Venarum Ostiolis. P. 53–54, 74.

Ibid. P. 47.

De Motu Cordis. P. 15–16.

De Motu Cordis. Ch. VII. P. 55.

De Motu Cordis. Ch. XVII. P. 111.

Ibid. Ch. VI. P. 44.

Ibid. Ch. VI. P. 44.

De Motu Cordis. Ch. XIII. P. 82. Гарвей далее заметил, что «первооткрыватель клапанов не понял их истинного назначения, и другие не пошли дальше».

Ibid. Ch. XIV. P. 87.

De Motu Cordis. Ch. XV. P. 88.

Ibid. Ch. VIII. P. 58–59.

De Motu Cordis. Ch. XVI. P. 93.

Письмо Кеплера Местлину от 10 декабря 1601 г.

Mysterium Cosmographicum. Preface to the Reader, Gesammelte Werke. I. P.
9.

Mysterium Cosmographicum. Cp.: Epitome of Copernican Astronomy. Book IV, part I; Gesammelte Werke. VII. P. 258.

Nova Astronomia. Ch. XIX; Gesammelte Werke. III. P. 178.

Планета находится «в соединении», когда линия, проведенная от Земли до Солнца, может быть продолжена, чтобы включить планету, то есть когда Земля, Солнце и планета находятся на одной прямой – именно в таком порядке.

Mysterium Cosmographicum. P. 13.

Позднее он установил, что плоскости всех планетарных орбит проходят через центр Солнца.

Epitome. P. 254.

Эксцентриситет («приплюснутость» эллипса) земной орбиты на самом деле очень мал. У Марса эта величина в пять раз больше.

Nova Astronomia. Ch. XLIV. P. 286.

Nova Astronomia. Ch. XLVII. P. 297.

Ibid. Ch. ЁIX. P. 367 et seq.

Nova Astronomia. Ch. LIX. P. 18.

Ibid. P. 35.

John Donne. Ignatius his Conclave (1610).

Sidereal Messenger. P. 29. Первый изобретатель телескопа точно не установлен. В 1634 г. Исаак Бекман записал в своем дневнике следующее: по утверждению сына одного из претендентов, его отец скопировал инструмент, сделанный задолго до него в Италии. Но других свидетельств нет, и можно утверждать лишь то, что телескоп не был известен в Венеции в 1609 г. У Гариота в 1590 г. было перспективное стекло, но точный характер и предназначение его не установлены. Возможно, он использовал его для наблюдения за небесными телами, но определенно не сообщал ни о каких открытиях.

Sidereal Messenger. P. 34.

Sidereal Messenger. P. 57.

Латинское название *Siderius Nuncius* является двусмысленным. Когда впоследствии Галилея объявили слишком самонадеянным, мало кому пришло бы в голову называть себя вестником со звезд, он указал, что *Nuncius* – это не только вестник, но и весть, а значит, название можно перевести как «Весть со звезд» (письмо графу Солсбери от 13 марта 1610 г.). Однако устоявшимся считается первое значение.

The Life and Letters of Sir Henry Wolton. I. Oxford, 1927. P. 486–487.

Opere. X. P. 233, quoted in Discoveries and Opinions. P. 65.

Discoveries and Opinions. P. 63.

Opere. IX. P. 170–172; Discoveries and Opinions. P. 67.

Discoveries and Opinions. P. 87—144.

Letters on Sunspots. P. 144.

Письмо от 12 января 1615 г.

Discoveries and Opinions. P. 163–164.

Примерно в это время он написал очерки о приливах, утверждая, что они вызваны не притяжением Луны, а двойным движением Земли. Галилей считал это неопровержимым доказательством истинности системы Коперника. Очерк удалось прочитать только немногим до того, как в 1632 г. он стал частью «Диалога».

The Crime of Galileo. Ch. V, VI.

Opere, XII. P. 243–245; Discoveries and Opinions. P. 219.

Увлеченный яростной дискуссией сверх всякой меры, Галилей выдвинул такую же несостоятельную гипотезу: вещество нагревается при трении, только когда оно достаточно мягкое. Такой материал может стираться и уничтожаться.

Кеплер симпатизировал позиции Галилея, но все же был слишком предан Тихо Браге, чтобы не защитить своего учителя от нападок. Именно это он и сделал в приложении к памфлету, который готовил к печати, «Защитник Тихо Браге» (Tychonis Brahei Dani Hyperaspites).

Микроскопы уже некоторое время были известны, хотя, очевидно, не в Риме, но в зоологии они были новинкой. Галилей передал инструмент Чези. В 1625 г. в Линчейской академии он обрел современное название, а Франческо Стелутти написал статью об анатомии пчелы и результатах ее изучения, полученных благодаря микроскопу.

Opere, XII. P. 183–185; Discoveries and Opinions. P. 166.

Dialogue. Drake's edition. P. 5–6.

Научные аргументы, особенно применение динамики Галилея к земной и небесной физике, имели очень большое значение для развития науки. Поскольку они не являлись в «Диалоге» аргументами спора, а скорее относились к развитию физики XVII в., в настоящей книге они не рассматриваются. Подробный анализ можно прочитать в третьей книге настоящей серии «От Галилея до Ньютона».

Dialogue. Drake's edition. P. 465.

Opere. XIII. P. 383–385.

О происхождении этого документа в свое время велось много споров. Считалось, что он был вложен в бумаги за 1616 г. намного позднее. В последнее время полагают, что документ датирован правильно, но написан неким человеком, недовольным снисходительностью властей к Галилею и предвидевшим, что рано или поздно ученый предстанет перед судом.