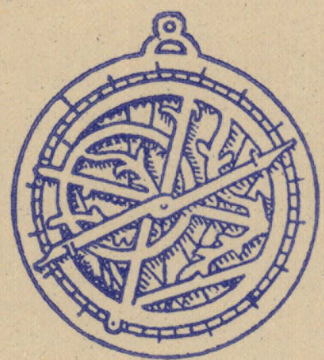
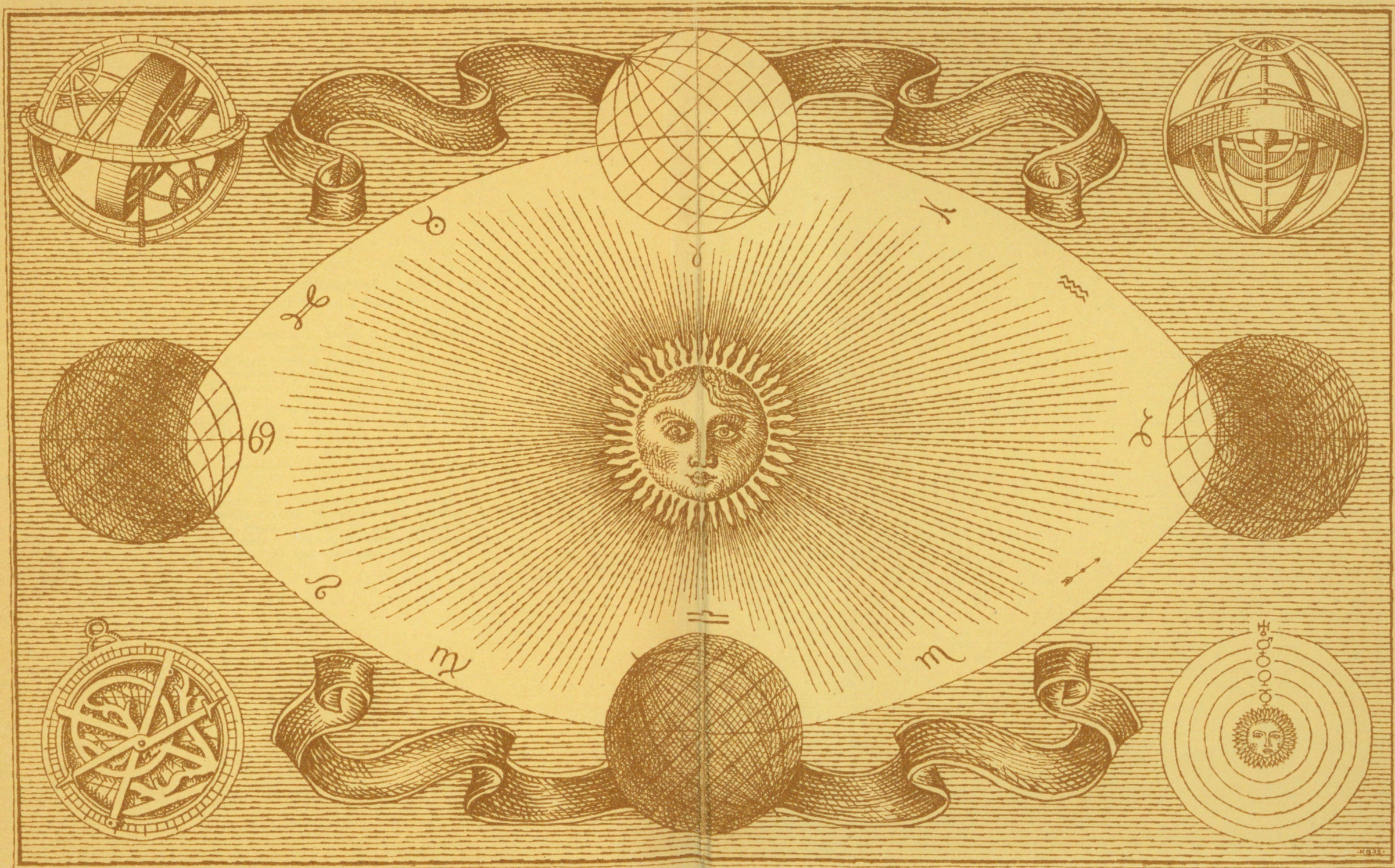


Е. РЫБКА. П. РЫБКА
КОПЕРНИК
ЧЕЛОВЕК И МЫСЛЬ







E.RYBKA, P.RYBKA

KOPERNIK

CZŁOWIEK

I

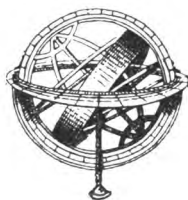
MYŚL

WIEDZA POWSZECHNA
WARSZAWA
1972

Е. РЫБКА, П. РЫБКА

КОПЕРНИК ЧЕЛОВЕК И МЫСЛЬ

Перевод
с польского
Ю. ДАНИЛОВА
и А. БОНДАРЕВА



ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»
МОСКВА 1973



© Перевод на русский язык, «Мир», 1973

Редакция космических исследований астрономии и геофизики



Nicolaus Copernicus

ОТ РЕДАКЦИИ

Литература о Копернике — *Bibliographia Copernicana* — пополнилась еще одним интересным произведением: популярной книгой польских астрономов Еугениуша и Пшемислава Рыбки «Коперник. Человек и мысль», выпущенной к 500-летию юбилею Коперника польским издательством «Wiedza Powszechna». Теперь эта книга становится доступной и советскому читателю.

Увлекательный рассказ о построении научной картины мира знакомит читателя с перипетиями драматического столкновения идей, острой борьбой мнений, взлетами и падениями пытливого человеческого мысли. История науки, в целом, и астрономии, в частности, предстает как единый, неразрывный процесс, одним из важных звеньев которого явилось создание Коперником гелиоцентрической системы мира.

Научный подвиг Коперника, дерзнувшего восстать против освященного веками «Альмагеста» Клавдия Птолемея, не может не вызвать восхищения. Поняв в гениальном озарении еще в юности, что истинные движения планет отличаются от видимых и что видимые движения представляют собой результат наложения перемещения Земли в пространстве и истинных движений планет, Коперник всю жизнь посвятил обоснованию своей гелиоцентрической системы.

Стремление к истине, должное, по мнению Коперника, отличать всякого ученого, было в высшей степени присуще ему самому, стало его главной страстью. Ничто не могло помешать кропотливой работе над созданием новой картины мира: ни отсутствие понимания со стороны подавляющего большинства современников, ни крайне неблагоприятные подчас стечения внешних обстоятельств. Строя свою теорию, Коперник никогда не низводил ее до гипотезы, предназначенной лишь для облегчения и упрощений астрономических вычислений. Для Коперника его гелиоцентрическая теория всегда была более простым (по сравнению с птолемеевским) способом описания реального мира.

Доведенная Коперником до совершенства кинематическая схема гелиоцентрической теории была наполнена физическим содержанием трудами его последователей, в первую очередь Кеплера и Ньютона.

Портрет великого астронома был бы неполным, если не упомянуть о его многогранной и многотрудной деятельности в вармийском капитале. Со страниц книги Еугениуша и Пшемислава Рыбки Коперник предстает не только как ученый, но и как гражданин.

Отмечая полутысячелетний юбилей гениального преобразователя астрономии, благодарное человечество чтит память славного сына польского народа, великого сына Земли.

Главы 1—7 переведены А. П. Бондаревым, главы 8—26 — Ю. А. Даниловым.

С. Полосков

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРОВ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Мы весьма рады, что издательство «Мир» решило перевести на русский язык нашу книгу о Николае Копернике и его учении. Она рассчитана на широкий круг читателей; мы стремились дать образ великого ученого, который не поколебался отбросить отжившее во взглядах на суть мироздания и указать правильный путь развитию науки о Вселенной. Книга приурочена к 500-летней годовщине со дня рождения Николая Коперника, величайшего революционера научной мысли и одновременно польского патриота, служившего нуждам родины. Мы стремились нарисовать его облик на историческом фоне эпохи Возрождения, в которой пришлось жить и трудиться великому реформатору астрономии. Эта эпоха порождала гигантов мысли, и одним из них был Николай Коперник.

Личность Коперника следует рассматривать на фоне польского Возрождения, которое достигло апогея в деятельности Краковского университета на переломе XV и XVI вв. Именно Краковскому университету и культурной среде столицы польского государства Коперник был обязан не только основами образования; весьма вероятно, что во время его учебы в Кракове в 1491—1495 гг. в его уме возникло четкое представление о необходимости полной перестройки сложившихся взглядов на строение мира.

Для того, чтобы идейный переворот, совершенный Коперником в области астрономии, был понятен, необходимо было познакомить читателя с развитием взглядов на строение Вселенной с древнейших времен до эпохи Коперника. С другой стороны, следовало учесть и то, как коперниковский переворот проявился в последующем развитии науки о небе. Поэтому мы разделили книгу на три части: I — Старое, II — Революция и III — Новое. Таким образом, книга содержит в общедоступной форме историю астрономии с древнейших времен, в части, касающейся проблемы движения планет и взглядов на строение мира.

Мы вполне сознаем, что данное нами представление научного переворота, совершенного Коперником, может быть неполным. Но цель нашей работы будет достигнута, если она вызовет интерес у читателей к истории астрономии, особенно к проблемам, связанным с учением Коперника. Обширная литература, научная и популярная, опубликованная к 500-летию со дня рождения Коперника на многих языках, в том числе и на русском языке, даст возможность читателю углубить знания по вопросам, недостаточно развитым авторами этой книги, предлагаемой вниманию советских читателей.

Июнь 1973 г.

Е. Рыбка, П. Рыбка

ОТ АВТОРОВ

В истории астрономии Коперник занимает особое место: им завершается ее средневековый период и открывается новый. Его труд указал астрономической мысли выход из тупика геоцентризма и стал путеводной нитью ее последующего развития. Значение коперниковской гелиоцентрической теории выходит далеко за рамки астрономии. Предложенная им система мира оказала решающее влияние на формирование современных представлений о системе мира и обусловила то исключительное положение, которое ее творец занимает в истории всего естествознания в целом.

Каждая новая научная идея возникает на основе научных достижений своего времени и является порождением своей эпохи. Так обстояло дело и с революционной гелиоцентрической теорией строения мира. Она, несомненно, явилась великим достижением гения самого Коперника, критический и проникательный ум которого позволил ему отказаться от общепринятых устаревших взглядов и последовательно развить новую научную концепцию. Однако истоки решенной Коперником проблемы восходят к достижениям античной мысли; на его творениях лежит отпечаток идей эпохи гуманизма и Возрождения, в которой жил и творил создатель новой картины строения Вселенной. Именно эпоха гуманизма и Возрождения сформировала личность Коперника и придала направление его научной мысли.

Развитие науки, как, впрочем, и любого другого вида человеческой деятельности, определяется господствующей духовной атмосферой, общественно-политическими и экономическими условиями. В своей книге мы хотели нарисовать исторический фон и картину эпохи, чтобы дать читателю по возможности более полное, хотя в силу необходимости лишенное многих деталей и упрощенное представление о ней. В особенности мы стремились донести до читателя те категории, которыми мыслили ученые разных эпох, — категории, нередко коренным образом отличающиеся от современных. Путь к современному научному мышлению был долгим и трудным. Не следует забывать и о том, что столь очевидные и простые для нас истины, как, например, утверждение, что Земля движется, с трудом пробивали себе дорогу, преодолевая сопротивление устоявшихся веками научных традиций, от которых не удавалось полностью освободиться даже величайшим из ученых. Не смог полностью освободиться от влияния традиционных представлений и Коперник.

Разумеется, предлагаемая вниманию читателей книга содержит лишь некоторые фрагменты истории астрономии, причем лишь те, которые казались нам наиболее подходящими для объяснения существа задач, стоявших перед Коперником и успешно разрешенных им. Мы приводим также многочисленные подробности, относящиеся к жизни и деятельности других ученых, если на их фоне становится более понятным генезис теории Коперника и ее влияние на дальнейшее развитие исследовательской мысли.

Выдающееся значение дела Коперника, естественно, вызывает огромный интерес к его личности. У нас, поляков, титаническая фигура фромборкского астронома вызывает особый интерес, ибо мы видим в нем не только гениального преобразователя астрономии, но и великого соотечественника, гордость нашего народа. Этот момент мы стремились подчеркнуть особо.

Книга делится на три части. В первой излагается история докоперниковской астрономии, вторая посвящена личности Коперника и его революционной теории, в третьей прослеживается дальнейшая судьба учения Коперника и те последствия, к которым оно привело в развитии астрономии.

Основную часть книги написал второй из авторов (П. Р.), главы 5, 9, 15, 16, 17, 18 и 19 вышли из-под пера первого из авторов (Е. Р.). Разумеется, содержание глав мы неоднократно обсуждали в совместных беседах, стремясь придать единый характер всей книге.

Е. Рыбка

П. Рыбка

I

СТАРОЕ

*... Что может быть прекраснее
небесного свода, содержащего
в себе все прекрасное?..
Если достоинства наук
оценивать по предмету,
изучением которого они
занимаются, то наиболее
выдающейся следует считать
ту из них, которую ...
называют астрономией ...*

*Н. Коперник „О вращениях
небесных сфер“.
Предисловие
к Книге I*



1. ЗАРОЖДЕНИЕ АСТРОНОМИИ

*Темнеет. Вперед — ни шлята, ни кургана.
Жду путеводных звезд, гляжу на небосвод...*

А. Мицкевич «Аккерманские степи»

Астрономия... Это одна из древнейших наук — столь древняя, что ее можно назвать ровесницей цивилизации. Тщетно пытаться отыскать в глубине веков ее зачатки: следы их обнаруживаются уже в самых древних письменных памятниках. Разумеется, вначале астрономия представляла собой набор примитивных сведений, совершенно не похожий на науку в нашем теперешнем понимании. Все началось с простейших наблюдений, с наивных попыток объяснить наблюдаемые явления, причем ввиду незнания законов природы подобные объяснения были тесно связаны с религиозными верованиями. Может возникнуть вопрос: откуда все это известно, если от древнейших времен не дошло до нас никаких письменных памятников, никаких свидетельств? Все это так, но тем не менее у нас есть основания изобразить именно такую картину зарождения астрономии; дело в том, что до сегодняшнего дня сохранились кое-где племена, живущие на совершенно первобытном уровне — примерно так, как наши предки много тысяч лет назад. Можно ознакомиться с образом жизни этих племен, с их верованиями, представлениями, и уже на этой основе составить мнение об астрономических познаниях первобытных людей.

Люди интересовались небом с незапамятных времен. Ими руководило, однако, вовсе не любопытство, а повседневные жизненные потребности, суровая и безжалостная борьба за существование, хотя здесь нельзя также не учитывать и вполне понятного желания понять окружающий мир. Первобытный человек особенно сильно зависел от внешних условий, от могущественной и таинственной природы, и поэтому не удивительно, что он внимательно к ней присматривался, пытаясь ее понять, а полученные сведения применить на практике.

Здесь стоит заметить, что подобные утилитарные цели сопутствуют астрономии до сегодняшнего дня. И хотя в последнее время на первое место выдвинулись чисто познавательные факторы, все же практические задачи по-прежнему стоят на повестке дня астрономии, иногда даже определяя направление ее развития.

Вернемся, однако, к первобытному человеку. Вначале источником его существования был сбор лесных плодов и охота, а в дальнейшем — скотоводство и земледелие. Его образ жизни регулировался прежде всего сменой дня и ночи: день предназначался для добычи пропитания и труда, а полная опасностей, таинственная и страшная ночь — для отдыха в безопасном укрытии. Поэтому

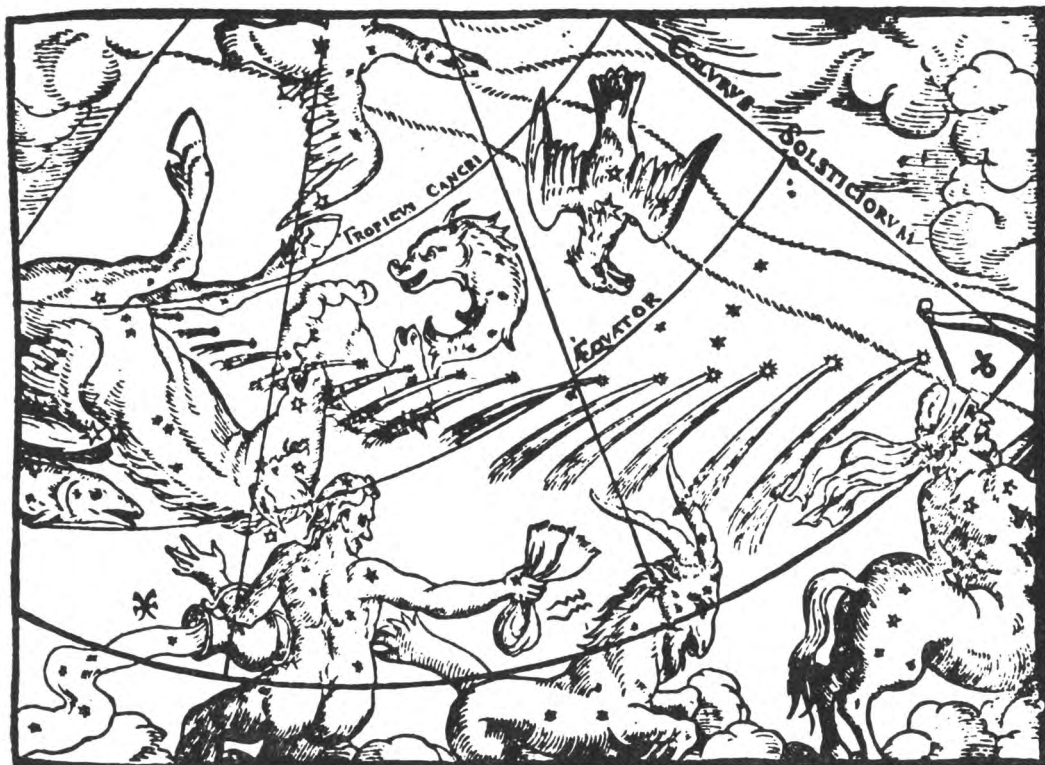
первоочередной потребностью стало умение узнавать по положению Солнца время дня, для того чтобы вовремя вернуться в свое жилище. Солнце позволяло также определять страны света, а следовательно и направление пути. Ночью аналогичную роль играли звезды, и умение прибегать к их помощи имело огромное значение для кочевых племен, а также для охотников, проникавших глубоко в лесную чащу. Судьба путника и успех вылазки во многом зависели от его опытности и умения ориентироваться на местности и во времени. Такая ориентировка по Солнцу и звездам была особенно важна для приморских народов, чьи корабли — торговые или рыболовецкие — уже в глубокой древности выходили в открытое море.

В умеренных климатических зонах человек особенно зависел от времен года, и эта зависимость возрастала по мере упрочения оседлого образа жизни. Это относилось в первую очередь к земледельцам, поскольку соответствующие сельскохозяйственные работы, например сев или жатва, должны начинаться и заканчиваться в строго определенное время, приуроченное к смене времен года. Эта тесная зависимость от времен года привела к необходимости определения их длительности, моментов начала, одним словом, к необходимости составления календаря. А календарь может основываться только на астрономических явлениях.

По мере прогресса цивилизации исчисление времени становилось все более необходимым, причем возрастали также и предъявлявшиеся к нему требования, тем более что в ходе этого прогресса укреплялись контакты между людьми, такие, например, как собрания и советы племени, обряды и праздники, или же встречи с целью

обмена товарами. В результате всего этого возникла необходимость назначать определенные даты и условливаться о встрече в определенные дни. Большим подспорьем оказались здесь фазы Луны, поскольку они регулярно сменяли друг друга. Промежутки времени от одного новолуния до другого лег в основу новой важной единицы времени — месяца.

Таким образом, жизнь человека оказалась тесно связанной не только с процессами, происходящими в его непосредственном природном окружении, но также с небесными явлениями. Естественным следствием этой связи стало систематическое наблюдение этих явлений, попытки обнаружить в них периодичность и закономерность, то есть стремление к познанию окружающего мира. Разумеется, человек не удовлетворялся только констатацией немногочисленных простых фактов: он пытался связать их в некое логическое целое, заполнить пробелы, то есть составить представление об окружающем мире. Однако имевшиеся у него наблюдения были скудны и поверхностны, и суть явлений, как и их причины, оставалась по-прежнему непонятной. Поэтому человек объяснял их вмешательством сверхъестественных существ, заполняя в своем воображении окружающий мир различными богами и духами, ответственными за непонятные для него явления. Но, вероятно, самое сильное впечатление производило на него небо — его недосыгаемость, величие, покой, регулярность движений и кажущаяся неизменность. Там, на безоблачном небосводе, сияли небесные светила, совершая свои вечные и неизменные передвижения по небосклону, там же появлялись облака, из которых лили дожди и сверкали молнии. Небо посылало человеку как



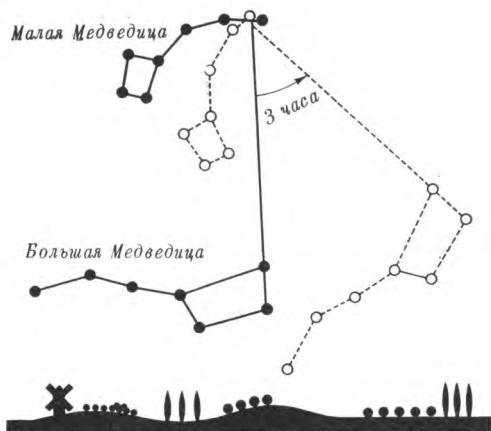
Фрагмент старинной карты неба

жизненно важные благодеяния, так и стихийные бедствия, уничтожавшие все плоды его труда, и поэтому человек помещал на небе если не всех, то по крайней мере главных богов, нередко прямо отождествляя их с отдельными небесными телами. А поскольку, по человеческим понятиям, от этих богов столь многое зависело, люди пытались снискать их благосклонность с помощью молитв, обрядов и жертвоприношений.

Наблюдая небо, первобытный человек довольно рано начал различать типы небесных тел. Главнейшим среди них с незапамятных времен считалось Солнце, источник живи-

тельного света и тепла. Его восходы и заходы определяли ритм жизни человека, а от его положения на небе зависели времена года. Вторым по значению небесным телом была Луна, часто рассеивающая тьму ночи, настоящее украшение звездного неба. Уже в глубокой древности было замечено, что изменяются не только фазы Луны, но что и сама она непрерывно движется среди звезд.

Временами на небе происходили необыкновенные явления, возбуждавшие изумление и ужас. Например, иногда Солнце переставало светить, и день превращался в ночь, или во время полнолуния неожиданно



Перемещение Большой Медведицы вследствие суточного вращения небесной сферы

затмевалось сияние Луны. Это были непонятные для первобытного человека, ужасные и таинственные явления затмений Солнца и Луны. В них усматривали предвестия стихийных бедствий и явные признаки гнева богов.

Иногда на небе появлялись кометы, которые возбуждали тревогу, так

же как и другие необычные и неожиданные явления.

В каждую безоблачную ночь человек видел усеянное звездами небо, пересеченное светлой полосой Млечного Пути. Глядя на него, он находил в сочетаниях звезд различные фигуры; буйное воображение помогало ему заполнять небо фигурами людей и животных или изображениями предметов. Нередко он помещал на небо героев легенд или полубогов. Так возникли созвездия — разумеется, у разных народов звезды сочетались в созвездия по-разному.

В незапамятные времена человек также заметил, что все небесные тела — не только Солнце и Луна, но и звезды — восходят и заходят и что весь небосвод совершает в течение суток полный оборот. Это явление издавна использовалось для определения времени ночью.

Дальнейшие внимательные наблюдения звездного неба позволили установить, что некоторые «звезды» изменяют свое положение на фоне созвездий. В своем неустанном движении они описывают на небе сложные



Примитивное представление о плоской Земле, плавающей по морю

траектории, перемещаясь в основном на восток, но иногда возвращаясь к западу, чтобы затем вновь начать двигаться в восточном направлении. Оказалось также, что это движение происходит в строго определенной полосе неба — там же, где движутся Солнце и Луна. В последующие столетия древние греки назвали все эти движущиеся объекты, включая также Солнце и Луну, «блуждающими звездами», или планетами («планао» по-гречески означает «блуждаю»). Это название используется до сегодняшнего дня, но не относится теперь ни к Луне, ни к Солнцу.

Первобытный человек не сомневался в неподвижности Земли — ведь об этом, казалось, свидетельствовали все его органы чувств, так что он не мог прийти к противоположному выводу, основываясь на собственных ощущениях. Кроме того, он считал Землю плоской, но он и не мог заметить ее кривизны, так как никогда не уходил слишком далеко от своего жилища. Он был убежден, что эта плоская и неподвижная Земля представляет собой центр всего мира, прикрытый куполом неба, по которому движутся небесные тела.

Приведенная выше система взглядов, в которой Земля рассматривается как неподвижный центр Вселенной, называется геоцентрической (от греческого слова «ге» — Земля и латинского «центрум» — центр) или просто геоцентризмом. С ним тесно связан антропоцентризм (от греческого «антропос» — человек), исходящий из того, что человек занимает привилегированное положение во Вселенной. Согласно этой концепции, человек, являющийся единственным разумным творением (не считая, разумеется, сверхъестественных существ), живет в центре мира, созданного целиком и полностью для

него и ради него. Обе эти системы взглядов, ни на чем не основанных и полностью ошибочных, просуществовали тем не менее в течение многих веков.

Обратим особое внимание на тесную логическую связь между определенными представлениями и взглядами. Невозможность естественного объяснения явлений природы вынудила человека прибегать для их объяснения к сверхъестественным силам и населять мир различными богами и духами, ответственными не только за его сотворение, но и функционирование. С другой стороны, возникшие на этой основе геоцентризм и антропоцентризм еще более усугубляли указанную трудность. На этой почве получили дальнейшее развитие различные религиозные верования и зародилась астрология, то есть составление прорицаний по конфигурациям небесных тел. Начала также выделяться прослойка жрецов, являющихся посредниками между людьми и богами; в некоторых случаях со временем образовалась даже замкнутая каста жрецов, которые играли в государстве важную, а нередко и решающую роль.

У древних народов, создавших высоко развитую цивилизацию, обычно довольно высокого уровня развития достигала и астрономия. К этим народам относятся жители Месопотамии, Индии, египтяне, греки, китайцы, а в Центральной Америке — майя. И хотя астрономические познания этих народов были различными, в них легко обнаружить целый ряд общих характерных особенностей. Всюду на первый план выдвигалось исчисление времени, календарь и ориентация на суше и на море, всюду господствовал геоцентризм, всюду было сильно развито религиозное начало.

В этой книге трудно рассмотреть астрономическо-религиозные взгляды всех перечисленных выше народов, да это и не имело бы смысла, так как наша современная астрономия ведет свое происхождение от знаний народов восточной части средиземноморского бассейна и Ближнего Востока, а другие центры практически не оказали на нее никакого влияния. Цель

настоящей книги состоит не в исчерпывающем изложении всеобщей истории астрономии, а в том, чтобы обрисовать пути ее развития, приведшие к возникновению современной астрономии и современного мировоззрения, и на этом фоне показать зарождение и значение коперниканской идеологии.



2. В ТЕНИ ЗИККУРАТОВ И ПИРАМИД

Но эта наука, скорее божественная, нежели человеческая, проникающая в суть предметов низшей и высшей, не лишена трудностей...

Н. Коперник «О вращениях...» Предисловие
к Книге I

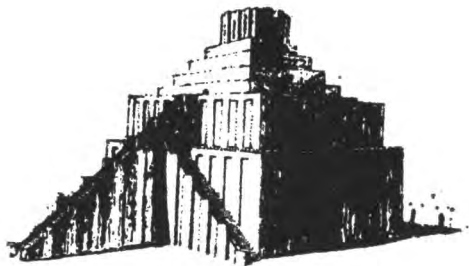
Долина Тигра и Евфрата — это колыбель одной из древнейших цивилизаций, которую смело можно считать зародышем нашей современной цивилизации и культуры. История этой культуры, так же как и история создавших ее народов, охватывает более трех тысячелетий. Эта цивилизация давно прекратила свое существование, однако в период расцвета она проникала далеко за пределы своего ареала, оказывая творческое влияние на другие очаги культуры.

Зачатки этой культуры связывают обычно с именем шумеров — этот народ, происхождение которого остается до сих пор не выясненным, появился в IV тысячелетии до н. э. в нижнем течении Тигра и Евфрата. Поскольку почва Междуречья необычайно плодородна, а шумеры применяли весьма совершенную систему орошения полей, им удалось развить хорошо налаженное сельское хозяйство и стать создателями довольно высокой для того времени цивилизации и культуры.

Начальная фаза государственной организации шумеров представляла собой систему отдельных городов-государств, управлявшихся правителями-жрецами, выступавшими в качестве представителей местных богов. С течением времени строй, основанный на сельской общине, окончательно

но распался, и наступил период рабовладения. В этот период выкристаллизовалась вся социальная иерархия шумеров. На ее вершине находился абсолютный монарх-жрец, почитаемый как избраннык и наместник некоего божества, а рядом с ним появились уже социальные группы, принимающие участие в управлении. Ниже располагались свободные, но бедные простолюдины, а в самом низу — рабы. В III тысячелетии до н. э. в среднем течении Тигра и Евфрата появились аккадцы — семитские племена, которые поглотили государства шумеров, заимствуя при этом их цивилизацию и культуру. Последующие тысячелетия были также весьма насыщены событиями. Шумеро-аккадские государства попали под господство аморитов*, давших начало вавилонскому государству. Вавилон, будучи достойным наследником предшествующей культуры, оказывал сильное влияние на соседние государства и одно время господствовал над всей Месопотамией (хотя был также период, когда он входил в состав ассирийского государства). Стремительное развитие культуры, науки и цивилизации было приостановлено.

* Амориты (амореи, амуриты) — семитские племена, выходцы из Аравии. — *Прим. перев.*



Зиккурат Э-темен-анки

новлено в VI в. до н. э. после захвата Вавилона персами, а начиная с эпохи завоеваний Александра Македонского Вавилон начал бесповоротно терять свое культурное значение.

В этом тигле, где в течение веков смешивались и влияли друг на друга различные народы, главным образом семитские, наблюдалось замечательное развитие науки. Весьма характерно, что каждый раз новые пришельцы заимствовали у своих предшественников их культуру и, не изменяя ее общего характера, развивали дальше. Это относится также и к астрономии, занимавшей в науке народов, населявших Месопотамию, выдающееся место.

О шумерийской астрономии нам известно немного. Во всяком случае, именно от шумеров идет деление года на 12 месяцев, перенятое впоследствии вавилонянами. Нужно сказать, однако, что это были лунные месяцы, длящиеся от новолуния до новолуния. Поэтому возникала необходимость производить астрономические наблюдения, чтобы заметить узкий лунный серп сразу после новолуния, поскольку именно тогда начинался новый месяц. Наблюдениями занимались жрецы, причем обсерваториями служили гигантские ступенчатые храмы — зиккураты, строительство которых было начато еще шуме-

рами. Однако 12 лунных месяцев содержат всего лишь 354 дня, и в связи с этим для поддержания соответствия между длительностью года и наступлением времен года нужно было через определенное время вставлять добавочный тринадцатый месяц, что и являлось основной задачей и привилегией жрецов. Для упомянутых целей оказалось возможным использовать наблюдения звездного неба, поскольку было замечено, что периоды видимости отдельных созвездий тесно связаны с соответствующими временами года. Это обстоятельство способствовало выделению на небе созвездий и появлению названий у важнейших звезд. В результате наблюдений звездного неба вавилоняне обратили внимание также на планеты и в особенности на их движение на небосводе.

Здесь необходимо подчеркнуть, что в Месопотамии между астрономией и религией существовала настолько тесная связь, что они, по сути дела, составляли неразрывное целое. Мир заполняли правящие им боги, а отдельные небесные тела были воплощением некоторых из этих богов. В этой плеяде сверхъестественных существ верховным божеством был Ану — повелитель неба, Землей правил Энлиль, водой — Эа, Солнцем — Шамаш, а Луной — Син. Подобным образом обстояло дело и с планетами. Венера считалась звездой богини Иштар, Юпитер — звездой бога Мардука, Меркурий — звездой Набу, Сатурн — звездой Ниниб, а Марс — звездой бога Нергала *. Эти представ-

* Иштар — богиня войны, любви и плодородия; Мардук — вначале местный бог весеннего Солнца, а затем общенациональное вавилонское божество; Набу — сын Мардука, бог писцов, изобретатель письменности и таблиц для письма; Ниниб — бог Солнца; Нергал — бог чумы [а впоследствии — бог загробного мира. — *Перев.*]

ления привели к вере в то, что небесные тела влияют на человеческие судьбы, и к возникновению астрологии.

Согласно астрологии, судьба человека зависела не только от видимости соответствующих небесных светил, но и от их взаимных конфигураций и положения относительно Солнца. Благодаря своим сложным движениям планеты играли здесь особенно важную роль. Большое значение приписывалось также лунным затмениям. Сформированию и развитию астрологии в значительной степени способствовали ассирийцы, чьи воинственно и агрессивно настроенные правители проявляли вполне понятный интерес к различного рода предзнаменованиям и прорицаниям.

Этот своеобразный конгломерат астрономии и религиозных верований представлял собой прочный фундамент для абсолютной власти царя, считавшегося наместником бога, и содействовал повышению престижа и значения жрецов.

Разумеется, астрология не имеет ничего общего с наукой. Тем не менее с самого своего возникновения она играла выдающуюся роль в развитии астрономии, будучи мощным стимулом для регулярных наблюдений неба, а также для накопления и систематизации наблюдательных данных.

Это способствовало лучшему изучению звездного неба и более прочному укоренению деления небесных тел на созвездия; некоторые из них, как, например, Телец, Близнецы, Скорпион, Стрелец, Орел, Лев, Гидра, Волк и Ворон, сохранились до наших дней. Систематизация результатов длительных и регулярных наблюдений относительно быстро привела к постижению закономерностей дви-

жения Луны и установлению периодичности наступления ее затмений; аналогичная, хотя и намного более трудная, проблема, касающаяся затмений Солнца, была решена значительно позже. Были изучены также движения планет и определены их периоды синодического обращения, то есть промежутки времени между двумя последовательными оппозициями*. Эти достижения позволяли заранее рассчитывать положения небесных тел и предсказывать затмения (хотя эти последние предсказания, как можно судить на основании некоторых письменных источников, не всегда оправдывались).

Обилие систематически и целенаправленно проводившихся наблюдений, умение проделять расчеты и предсказывать астрономические явления — все это, несомненно, свидетельствует о высоком по тем временам мастерстве вавилонских жрецов-астрономов. Весьма знаменательно, что высокий уровень наблюдательного и вычислительного искусства соседствовал с крайне наивными и примитивными представлениями вавилонян о строении Вселенной. Земля, согласно этим представлениям, была, разумеется, совершенно неподвижна и находилась в центре Вселенной. Внутри Земли, обладавшей выпуклой формой, находился дворец мертвых, а снаружи Земля была окружена, как колпаком, небесным сводом, под которым двигались Солнце, Луна и планеты. На рассвете Солнце выходило из Восточных ворот, расположенных за высокой горой, затем до полудня оно поднималось ввысь, а потом спускалось к за-

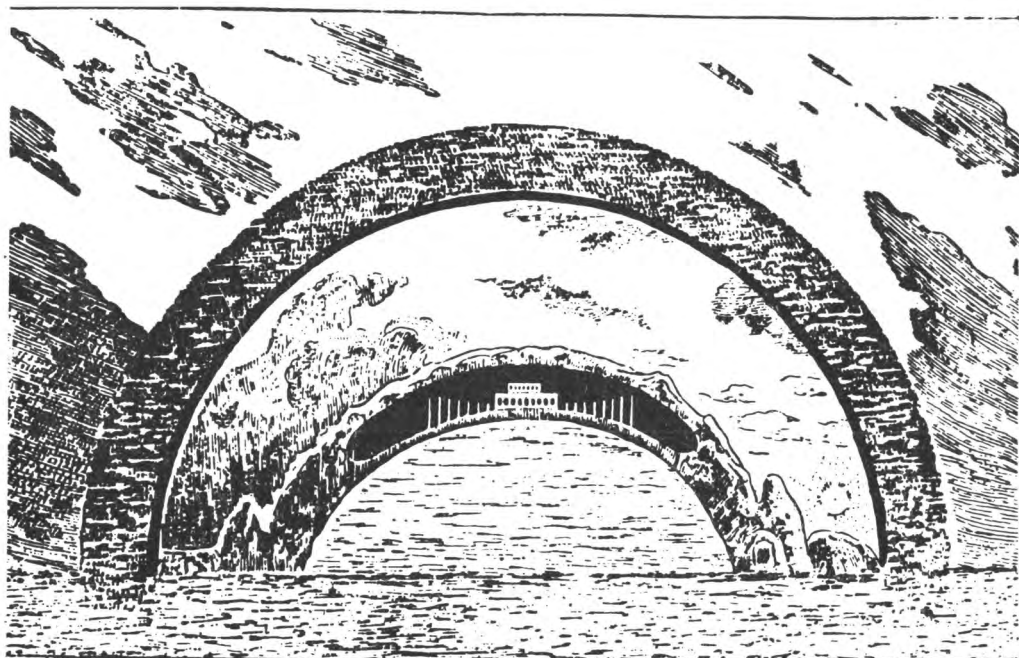
* Оппозиция, или противостояние, — конфигурация, при которой планета находится на небе в направлении, противоположном направлению на Солнце.

паду, чтобы под вечер пройти через Западные ворота, лежащие также за высокой горой на западном конце Земли. В течение ночи Солнце находилось во дворце мертвых. Глубоко внутри Земли помещался Земной океан, а над небесным сводом — Верхний, или Небесный, океан, из которого через отверстия в небесном своде изливались на Землю дожди. На самом же верху, над небесным сводом, находилось обиталище богов.

Такая концепция строения Вселенной представляла собой сплав результатов наблюдений с религиозными верованиями. Будучи геоцентрической и антропоцентрической, наивной и примитивной, эта концепция существенным образом способствовала укреплению абсолютной власти

царя и всей системы безжалостного угнетения и эксплуатации масс. Понятно поэтому, что сохранение именно такого мировоззрения отвечало интересам как самих правителей, так и тесно связанных с ними жрецов.

Подобным же образом обстояло дело с астрономией и в Египте — здесь наукой также заправляли жрецы, ревностно охраняющие свои тайны. И здесь небесные тела отождествлялись с божествами: Солнце, например, — с богом Ра, Сириус — с Изидой, Орион — с Озирисом. Астрономия ограничивалась узко практическими целями, главной из которых было составление календаря. Однако в отличие от народов, населявших Месопотамию, египтяне разработали солнечный календарь, согласованный



Строение мира по представлениям древних вавилонян

с регулярно происходящими каждый год разливами Нила.

В этом календаре год состоял из 12 месяцев по 30 дней в каждом, и еще из 5 дополнительных дней. Поскольку год насчитывает приблизительно $365\frac{1}{4}$ дня, начало года каждые 120 лет передвигалось на 30 дней, пробегая таким образом в течение 1460 лет все времена года. Разумеется, это усложняло все вопросы, связанные с праздниками, так как одни из них отмечались согласно «скользящему» календарю, а другие были связаны с определенными временами года. Все эти вопросы, однако, были второстепенными — основной задачей жрецов-астрономов было предсказание сроков разлива Нила, что имело решающее значение для древнеегипетского сельского хозяйства. Уже с древнейших времен египетские жрецы заметили, что в период, непосредственно предшествующий разливу Нила, наступает гелиакальный* восход яркой звезды — Сириуса, называвшегося также божественной звездой Сотис. Так, из года в год, жрецы вели наблюдения неба, ожидая в соответствующее время гелиакального восхода Сириуса, а когда это происходило, они предсказывали наступление живительного разлива Нила. Кроме того, на основе астрономических наблюдений они могли с большой точностью определять страны света, в соответствии с которыми они ориентировали храмы и пирамиды. В первую очередь, однако, они использовали свои знания, остававшиеся тайной для простого народа, для укрепления собственного влияния в государстве.

У египтян, как и у вавилонян, не-

* Гелиакальным (от греч. «гелиос» — Солнце) называется восход небесного тела или созвездия, впервые наблюдающийся на рассвете, перед самым восходом Солнца.

смотря на высокий уровень наблюдательных и практических навыков, представления об окружающем мире не выходили за рамки примитива. Согласно древнеегипетским воззрениям, Земля представляла собой большое, вытянутое, окруженное со всех сторон горами корыто, в середине которого протекал Нил. Над этим корытом находился поддерживающий небесный свод воздух, который считался божеством. Земля покоилась на воде, которая также считалась божеством, а вода в свою очередь была ограничена снизу вогнутой поверхностью, симметричной по отношению к небесному своду.

В заключение необходимо отчетливо подчеркнуть, что подобие общественно-экономического уклада и политического устройства в Месопотамии



Ра, египетский бог Солнца

и Египте привело к возникновению сходной в своих основных чертах науки, спаянной с религией в одно неразрывное целое. Находя в ней опору, абсолютные монархи совместно с жрецами и аристократией жестоко эксплуатировали широкие массы простолюдинов и рабов, обязанностью которых было слепое повиновение, и не допускали никаких изменений, могущих поколебать их положение. Поэтому жрецы-астрономы ог-

раничивались лишь накоплением наблюдательных данных, более глубоким изучением движений небесных тел и предсказанием астрономических явлений, что в свою очередь еще более усиливало их значение и могущество, но не могли решиться изменить саму концепцию строения Вселенной. В этих условиях наука не могла развиваться и сохраняла закоснелые, устаревшие и наивные формы.



3. МИР ГРЕЧЕСКИХ ФИЛОСОФОВ

...Затем бог путем вращения округлил космос до состояния сферы, поверхность которой повсюду равно отстоит от центра, то есть сообщил Вселенной очертания, из всех очертаний наиболее совершенные и подобные самим себе...

Платон «Тимей»

В Древней Греции общественно-политические условия были иными, чем в Месопотамии и Египте. Это привело к тому, что развитие науки и культуры также пошло там иными путями. Греция не представляла собой единого государственного организма, она распадалась на множество небольших независимых городов-государств. Эта раздробленность усугублялась к тому же активной греческой колонизацией побережья Средиземного и Черного морей. Особенно интенсивной колонизации подверглось побережье Малой Азии и южной Италии. Отсутствие в этих условиях сильной центральной государственной власти и влиятельной касты жрецов привело к тому, что светские философы, являвшиеся творцами науки и культуры, могли действовать довольно свободно, а преследования за распространение личных воззрений были чем-то совершенно исключительным. В этой обстановке сформировался тип древнего грека — свободного человека, столь отличный от типа жителя Месопотамии или Египта. В то время как этот последний полностью зависел от произвола своего правителя, которому он был слеп и рабски предан, либо же от милости или немилости еще более могущественных богов, древний грек не только в меньшей степени зависел от прави-

теля своего города, но зачастую имел даже право голоса при решении государственных дел. По сравнению с вавилонянином или египтянином его отделяло меньшее расстояние и от собственных богов. Впрочем, это заметно даже по греческой мифологии, в которой боги совсем по-человечески обладают многочисленными недостатками, ссорятся между собой и нередко снисходят до непосредственных контактов с людьми. Таким образом, религия в этих условиях не могла являться существенным препятствием на пути развития научной мысли. Добавим еще, что многочисленные путешествия, торговля и территориальная экспансия выработали у греков предприимчивость и изобретательность.

Именно эта изобретательность, умение рассуждать и создавать геометрические конструкции наложили свой отпечаток на древнегреческую астрономию. Если вавилоняне и египтяне проводили большое количество систематических наблюдений, но мало занимались проблемами строения Вселенной, то греки поступали как раз наоборот: основное место у них занимали философско-геометрические спекуляции на тему строения Вселенной, нередко опиравшиеся на весьма скудные наблюдательные данные. Только в последую-



Колесница бога Солнца

щие века, после основательного знакомства с культурой Ближнего Востока, они начали расширять свою наблюдательную базу. Впрочем, эти наблюдения по-прежнему продолжали рассматриваться как исходный материал для философских рассуждений. Окончательным результатом развития древнегреческой научной мысли было формирование мировоззрения, которое в течение многих веков — почти до самого коперниковского переворота — безраздельно господствовало в европейской науке.

Зачатки греческой астрономии напоминают зачатки астрономии у других народов. Здесь также астрономия носила в самом начале прикладной характер и была связана с повседневными потребностями человека. Уже у Гомера мы находим упоминания об ориентировании мореплавателей в открытом море по звездам, а в поэмах жившего на рубеже VIII и VII вв. до н. э. греческого поэта Гесиода содержится годовой календарь сельскохозяйственных работ, причем сро-

ки этих работ связаны с определенными небесными явлениями (чаще всего с гелиакальным восходом соответствующих звезд или созвездий).

Хотя первые греческие философы и использовали нередко достижения вавилонской и египетской науки, надо заметить, они подходили к этим достижениям творчески. Они принимали конкретные результаты наблюдений, но интерпретировали их и создавали концепции строения Вселенной весьма оригинальными и самобытными способами. Первые общие мысли о строении Вселенной были сформулированы философом, жившим на рубеже VII и VI вв. до н. э., Фалесом Милетским. Это был незаурядный человек — политик, инженер, купец, путешественник и ученый, знакомый с достижениями вавилонской и египетской науки. Фалес первым высказал мысль, что Луна светит отраженным солнечным светом. К проблеме объяснения окружающего мира он подходил материалистически, считая воду первичной субстанцией, от которой происходят все другие виды материи. Впрочем, Фалес был не единственным среди древних философов, пытавшихся объяснить природные и астрономические явления естественным образом, то есть не прибегая к вмешательству сверхъестественных существ. Подобным же образом подходил к этим проблемам и Анаксимандр Милетский (ок. 610 — ок. 540 гг. до н. э.), отставивший концепцию неопределенной, неделимой и бесконечной материи.

Этот философ полагал, что звезды есть не что иное, как вращающиеся колеса, состоящие из сжатого воздуха и заполненные внутри огнем, искры от которого разлетаются наружу через небольшие отверстия. Аналогичное строение приписывал Анаксимандр и Солнцу: подобно звездам,

оно обладает многочисленными отверстиями, закупоривание которых и приводит к солнечным затмениям. На лунном диске паходится только одно отверстие, как в мехах, и поэтому затмения Луны зависят от ее вращения. Учение о естественном происхождении Вселенной продолжал развивать Анаксимен Милетский (ок. 585 — ок. 525 гг. до н. э.). Традиция называет его учеником Анаксимандра, однако он обладал несколько иными взглядами на строение материи, считая, что первичной субстанцией и основой всякого бытия является воздух. На материалистической точке зрения стоял также Гераклит Эфесский (VI — V вв. до н. э.), утверждавший, что мир вечен и не был сотворен ни одним из богов. Праматерией Гераклит считал огонь, который, надлежащим образом вспыхивая или угасая, поддерживает существование Вселенной. Согласно Гераклиту, материя находится в вечном движении (ему принадлежит высказывание «панта реи» (*греч.*) — «все течет») и участвует в непрерывных превращениях.

Несмотря на наличие столь смелых и в своей основе прогрессивных идей о строении материи и Вселенной, представления о форме Земли оставались по-прежнему примитивными или даже просто фантастическими и ни на чем не основанными. Сам Коперник, который особенно интересовался античной астрономией, упоминает в своей книге «О вращениях», что некоторые из древних считали Землю плоской (Анаксимен и Эмпедокл), другие приписывали ей самые различные формы, как, например, цилиндра или барабана (Анаксимандр и Левкипп), корыта (Гераклит и Демокрит), или же гигантского корня, сужающегося книзу (Ксенофан). Перечисленные представле-



Пифагор

ния, однако, не сохранились, уступив место концепции шарообразности Земли. Считается, что первым эту идею выдвинул Пифагор, хотя она скорее была детищем его учеников, прозванных пифагорейцами, которые охотно приписывали своему учителю собственные открытия или утверждения, чтобы подкрепить их с помощью его авторитета.

Пифагор (ок. 572 — ок. 497 гг. до н. э.) был родом с о. Самос. Имеются сведения, что он более десяти лет провел среди вавилонских жрецов, овладев за это время их знаниями, в том числе и астрономическими. Впоследствии он поселился в греческой колонии на юге Италии — в г. Кротоне, где основал философскую школу, называемую пифагорейской. Научные взгляды Пифагора и

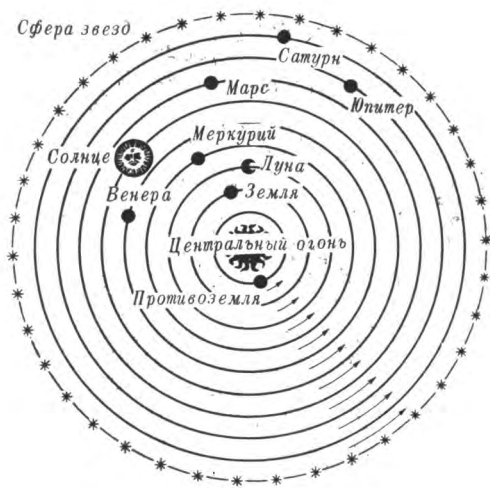


Схема строения Вселенной по Филолаю

его учеников значительно отличались от воззрений вавилонян. Признавая по-прежнему центральное положение Земли во Вселенной, пифагорейцы считали, что она имеет форму шара и висит посреди Вселенной без всякой поддержки. Сейчас трудно сказать, на чем они основывали свое утверждение — было ли оно результатом каких-либо философских рассуждений, как, например, убеждения, что шар является самым совершенным геометрическим телом, или же, наблюдая различные фазы Луны, они пришли к выводу, что Луна представляет собой шар? Быть может, круглая форма солнечного диска привела их к тому же выводу относительно Солнца? А если это так, то, быть может, именно поэтому они решились приписать шарообразную форму и Земле? Впрочем, не это существенно — наиболее важным является сам факт сформулирования замечательной идеи, уже навсегда затем воцарившейся в древнегреческой науке. Согласно Пифагору, непо-

движную, ничем не поддерживаемую шарообразную Землю окружали все небесные тела, начиная от Луны и кончая звездами. Пифагорейская модель строения мира стала основой разработанной впоследствии геоцентрической системы мира.

Автором оригинальной концепции был Филолай Тарентский, пифагорец, живший в V в. до н. э. Он утверждал, что в центре Вселенной находится не неподвижная Земля, а центральный огонь — Гестия, — освещающий и обогревающий весь мир. Земля в течение суток совершает полный оборот вокруг этого центрального огня, будучи при этом все время повернутой к нему одной и той же стороной, на которой нет жителей. Это должно было объяснить тот факт, что никто и никогда этого центрального огня не видел. Заметим, что одновременно Филолай получил объяснение суточного движения небесной сферы. Вокруг Гестии, подобно Земле, обращались Луна, Солнце, планеты и звезды. Филолай полагал также, что Солнце не светит собственным светом, а представляет собой как бы огромное зеркало, отражающее свет, испускаемый центральным огнем.

В приведенной модели для объяснения движения Земли, Луны, Солнца, пяти планет (Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна), а также звезд требовалось девять сфер. Пифагорейцы, однако, считали совершенным число «десять», а поскольку, по их мнению, весь мир должен быть совершенным, то Филолай «исправил» свою модель, добавив десятую сферу, по которой должно было двигаться вымышленное небесное тело, названное им Противоземлей (Антихтон). Подобно Земле, Противоземля совершала полный оборот вокруг центрального огня в течение

суток, всегда оставаясь, однако, по другую сторону от Гестии, так что заметить ее с Земли было невозможно.

Модель Филолая, несомненно, примитивная, одобренная изрядной долей фантазии и к тому же не соответствующая действительности, была тем не менее первой моделью, в которой Земля не покоилась неподвижно в центре Вселенной, а обращалась вокруг него. И если концепция Филолая была ошибочна, то все же весьма существенным ее элементом являлось допущение возможности движения Земли.

Подобного же мнения придерживались некоторые другие философы, например пифагореец Гикетий, живший в VI в. до н. э. Экфант, также пифагореец, утверждал, что Земля находится в центре Вселенной, однако в течение суток совершает полный оборот вокруг своей оси. Это предположение давало простое и не противоречащее действительности объяснение суточного движения небесной сферы, делая излишними придуманные Филолаем Гестию и Противоземлю. Концепцию Экфанта поддерживал ученик Платона, Гераклид Понтийский (388—315 или 313 гг. до н. э.), который дополнил эту концепцию важной деталью. Именно, согласно Гераклиду, Меркурий и Венера обращаются вокруг Солнца и уже только вместе с ним совершают оборот вокруг Земли. Эта система впоследствии незаслуженно получила название «египетской». На идеи Филолая, Гикетия и Экфанта ссылался в своем великом произведении Коперник.

Рассматривая эти системы, мы замечаем, что концепция Экфанта была правильной и прогрессивной в части, касающейся вращательного движения Земли, но зато отказ от движе-

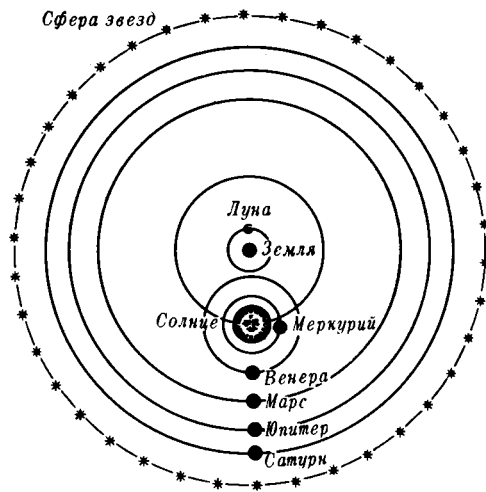


Схема строения Вселенной по Гераклиду

ния Земли по орбите был шагом назад. В свою очередь систему Гераклида можно было бы считать чем-то средним между геоцентрической и гелиоцентрической системой, поскольку здесь все же Меркурий и Венера обращались вокруг Солнца.

Тем не менее взгляды, допускающие какое-либо движение Земли, не нашли признания у большинства древнегреческих философов. Основное направление греческой астрономии исходило из предположения о полной неподвижности Земли. Чтобы объяснить наблюдаемые движения небесных тел, нередко изобретались весьма сложные геометрические конструкции, и в создававшихся при этом моделях Вселенной наряду с концепцией шарообразности Земли не менее существенную роль начала играть концепция шарообразности Вселенной. Шар и круг были признаны совершенными геометрическими объектами, а их равномерное вращательное движение — совершенным движением, и в качестве таковых

объектов они легли в основу всех конструкций, касающихся строения Вселенной.

Концепция шарообразности и совершенства мира была упрочена Платоном (ок. 427—347 гг. до н. э.), создателем идеалистического мировоззрения, идеи которого формировались под определенным влиянием учения пифагорейцев. В своем диалоге «Тимей» Платон изложил собственную концепцию строения Вселенной. Это изложение весьма характерно, поскольку оно не только отражает взгляды автора, но и является любопытным примером способа рассуждений или даже просто спекуляций, столь типичных для древнегреческих авторов. Стоит поэтому предоставить слово самому Платону:

«...Помыслим такое [живое существо], которое объемлет все остальное живое по особым и родам как свои части, и решим, что оно-то и было тем образцом, которому более всего уподобляется космос: ведь как оно вмещает в себя все умопостигаемые живые существа, так и космос дает в себе место нам и всем живым существам. Ведь бог, пожелавши возможно более уподобить мир прекраснейшему и вполне совершенному среди мыслимых предметов, устроил его как единое видимое живое существо, содержащее все сродные ему по природе живые существа в себе самом...

...По такой причине и согласно такому усмотрению он построил космос как единое целое, составленное из целостных же частей, совершенное и непричастное дряхлению и недугам.

...Затем бог путем вращения округлил космос до состояния сферы, поверхность которой всюду равно отстоит от центра, то есть сообщил

Вселенной очертания наиболее совершенные и подобные самим себе, а подобное он нашел в мириады раз прекраснее того, что неподобно.

Всю поверхность сферы он вывел совершенно ровно и притом по многим соображениям. Так, космос не имел никакой потребности ни в глазах, ни в слухе, ибо вне его не оставалось ничего такого, что можно было бы видеть или слышать. Далее, его не окружал воздух, который надо было бы вдыхать. Равным образом ему не было нужды в каком-либо органе, посредством которого он принимал бы пищу или извергал бы ее обратно, уже переваренную: ничто не выходило бы за его пределы и не входило в него откуда бы то ни было, ибо входить было нечему. [Космос] был искусно устроен так, чтобы получать пищу от своего собственного тления, осуществляя все свои действия в себе самом и через себя самого. Ибо построивший его нашел, что пребывать самодовлеющим много лучше, чем нуждаться в чем-либо. Что касается рук, то не было никакой необходимости что-то брать или против кого-то обороняться, и поэтому он счел излишним прилаживать их, равно как и ноги или другое устройство для хождения. Ибо такому телу из семи родов движения он уделил соответствующий род, а именно тот, который ближе всего уму и разумению. Поэтому он заставил его равномерно вращаться в одном и том же месте, в самом себе, совершая круг за кругом... *.

* Далее в «Тимее» перечислены остальные шесть родов движения: вверх, вниз, вправо, влево, вперед и назад. Здесь упоминается только один, главный вид движения, свойственный самодовлеющему организму — одушевленные существа, находящиеся в зависимости от окружающего мира, обладают всеми шестью родами движения. — *Прим. перев.*

...В его центре построивший дал место душе, откуда распространил ее по всему протяжению и в придачу облек ею тело извне. Так он создал небо, кругообразное и вращающееся, одно-единственное...» *.

Ни на чем не основанные фантазии Платона о Вселенной как живом существе не нашли признания, но зато концепция ограниченной, единой, шарообразной и вращающейся Вселенной стала основой для дальнейших научных изысканий. На базе этой теории ученик Платона Евдокс Книдский (ок. 408 — ок. 355 гг. до н. э.) объяснил движения небесных тел с помощью системы концентрических сфер, в общем центре которых находилась Земля. Поскольку эта геометрическая конструкция, принятая впоследствии Аристотелем, надолго обосновалась в астрономии, стоит обсудить ее здесь несколько более подробно.

Проще всего в этой конструкции обстоит дело с движением сферы неподвижных звезд. Их суточное движение, восходы и заходы непосредственно объяснялись суточным вращением вокруг оси, соединяющей северный полюс неба с южным, одной-единственной сферы, в центре которой находилась Земля. Но уже для Солнца одной сферы было недостаточно, поскольку оно совершает не только суточное движение с востока на запад, но, кроме того, в течение года обходит всю небесную сферу с запада на восток (эта траектория, называемаяся эклиптикой, составляет с небесным экватором угол, приблизительно равный 23°). В этом случае Евдокс, помимо внешней сферы суточного движения, на которой

он поместил Солнце, добавил внутри ее еще одну сферу, вращающуюся вокруг оси, проходящей через полюса эклиптики. Период обращения этой сферы равнялся году, а вращалась она на восток, то есть в направлении, противоположном направлению вращения сферы суточного движения. Комбинация движений обеих этих сфер объясняла видимое движение Солнца на небе. Для объяснения движения Луны служила аналогичная конструкция с той лишь разницей, что здесь Евдокс был вынужден добавить внутри двух сфер еще третью, медленно вращающуюся, которая объясняла небольшие отклонения Луны к северу и югу от эклиптики, а также некоторые другие неравномерности в ее движении. Поскольку для Солнца Евдокс также ввел третью — совершенно излишнюю — сферу, то для объяснения движения двух небесных тел ему было необходимо, таким образом, целых шесть сфер.

Еще более сложной была проблема движения планет. В этом случае двух основных сфер было явно недостаточно, так как планеты не только отклонялись в обе стороны от эклиптики, но к тому же время от времени описывали на небе петли. Поэтому Евдокс добавил еще для каждой планеты вращающиеся особым образом третью и четвертую сферы. Ось вращения третьей сферы лежала в плоскости эклиптики, а ось четвертой составляла с ней небольшой, соответствующим образом подобранный угол. Обе эти сферы вращались с одинаковой скоростью, но в разных направлениях, причем планета была неподвижно прикреплена к экватору четвертой, самой внутренней сферы.

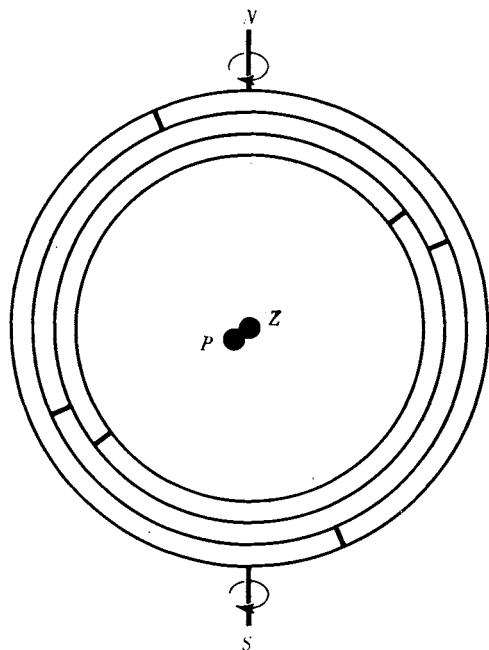
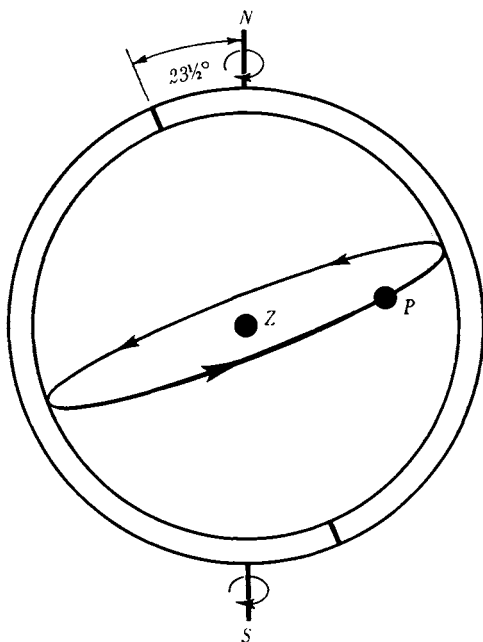
Рассмотрим теперь движение планеты в результате наложения друг

* Платон. *Сочинения*, т. 3, ч. I, изд-во «Мысль», М., 1971.

на друга вращательных движений всех этих сфер. Пока что ограничимся лишь эффектом, вызванным вращением двух последних сфер. Если выбрать определенную точку на экваторе четвертой сферы, то в результате уже описанного движения третьей и четвертой сфер эта точка опишет замкнутую кривую, похожую на восьмерку, которую древние гре-

петлями. В свою очередь следующая сфера (вторая, если считать снаружи) обращалась вокруг оси, соединяющей полюса эклиптики, в течение того времени, за которое планета обходила всю эклиптику. Последняя, т. е. наружная, сфера совершала полный оборот в течение суток.

Такая система четырех сфер вполне удовлетворительно объясняла



Концентрические сферы; Z — Земля, P — планета (справа) или Солнце (слева)

ки называли гиппопедой (движение коня), поскольку она напоминает траекторию, по которой двигаются по манежу кони. Период обращения обеих упомянутых сфер равнялся синодическому периоду обращения планеты, то есть величине промежутка времени между двумя последовательными противостояниями планеты или тем самым между двумя очередными

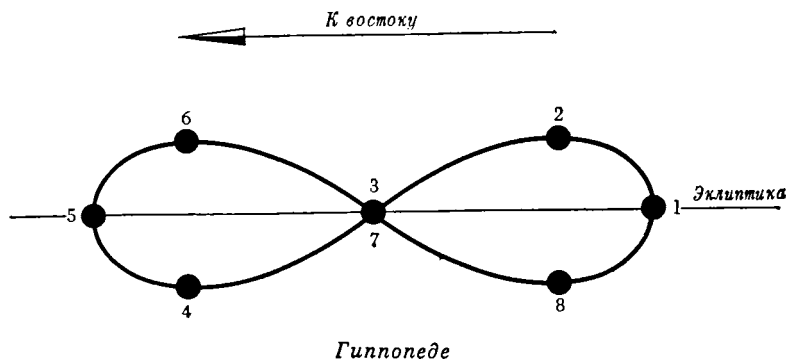
движение Юпитера и Сатурна, но для остальных трех планет, то есть для Меркурия, Венеры и Марса, пришлось все же ввести пятую сферу. Это сделал ученик Евдокса — Калипп (ок. 370 — ок. 300 гг. до н. э.).

Так окончательно возникла модель строения Вселенной, представлявшая собой сложную совокупность множества концентрических сфер, вра-

шающихся вокруг разных осей, в разных направлениях и с разными скоростями. Рассматривая эту модель, нельзя не восхищаться геометрическим гением Евдокса, его пространственным воображением и изобретательностью. Тем не менее эта модель обладала довольно существенным недостатком, из-за которого ее впоследствии неоднократно критико-

лю, воду, воздух и огонь. По Эмпедоклу все вещества состоят из разнообразных смесей указанных элементов, различаясь лишь пропорциями составляющих.

Современник Эмпедокла Анаксагор (ок. 500—428 гг. до н. э.) выступил с учением, носившим уже явно материалистический оттенок. Согласно Анаксагору, материя состоит из без-



вали. Речь идет о том, что, поскольку планеты находились на сферах, центром которых была Земля, их расстояния до нее оставались неизменными, в результате отсутствовало простое объяснение наблюдающегося изменения видимого блеска планет. Действительно, переменность блеска планеты, казалось, проще и естественнее всего можно было бы объяснить изменением расстояния планеты до Земли.

Параллельно со становлением модели строения Вселенной шло развитие взглядов на строение материи, причем в этом вопросе различные философы отстаивали весьма несхожие точки зрения. Уже Эмпедокл (ок. 490 — ок. 430 гг. до н. э.) порвал с концепцией неопределенной материи, введя взамен деление материи на четыре составных элемента: зем-

граничного количества вечных и бесконечно делимых частиц, качественно различных в различных веществах. Силой, приводящей в движение эту инертную материю, Анаксагор считал некий не конкретизированный им фактор «нус» (разум, дух), понимаемый им как перводвигатель. Анаксагор был обвинен в безбожии и был вынужден покинуть Афины, несмотря на то, что он был другом Перикла. В это же время аналогичные взгляды высказывал Левкипп (VI — V вв. до н. э.), а его ученик Демокрит (ок. 460—ок. 370 гг. до н. э.) перешел на более последовательные материалистические позиции. Что касается Демокрита, то он вообще был наиболее разносторонним ученым доаристотелевского периода — ему удалось углубить не только греческую, но и вавилонскую науку.



Аристотель

К сформулированному Анаксагором и Левкиппом определению атомов Демокрит добавил утверждение о их непрерывном движении; кроме того, он стоял на позиции строгого детерминизма, согласно которому ничто не происходит случайно, т. е. без причины, но как раз наоборот: все происходящее подчинено необходимости, неизбежно являясь следствием соответствующих причин. Весьма интересными были также взгляды Демокрита на строение Вселенной, которая, по его мнению, бесконечна и содержит в себе в одно и то же время множество миров, одни из которых еще только возникают, другие развиваются, а третьи уже гибнут. Все эти процессы, протекающие в природе, происходят, по мнению Демокрита, в результате непрерывного движения атомов.

Эти оригинальные и вместе с тем смелые и прогрессивные взгляды

атомистов не были восприняты греческой наукой и разделили судьбу перечисленных выше столь же смелых концепций строения Вселенной. Эти идеи слишком далеко отходили от общепринятых и освященных традицией взглядов и находились, даже с точки зрения довольно либеральных греков, в слишком сильном противоречии с религией.

Такому положению вещей в значительной мере способствовал самый выдающийся ученый Древней Греции — Аристотель (384—322 гг. до н. э.), прозванный древними Стагиритом по названию его родного города Стагир во Фракии.

Аристотель обладал выдающимся и всесторонним умом, но главной его заслугой было то, что на основе достижений всей древнегреческой науки он создал единую научную систему, охватывающую все тогдашние отрасли знаний, и сформировал детально разработанное мировоззрение. В представленном им в таком виде учении имелся также значительный индивидуальный вклад самого Аристотеля. Синтетический характер учения Аристотеля был причиной того, что его произведения на протяжении многих веков считались незыблемым фундаментом науки, а его взгляды и высказывания по различным вопросам науки — истиной в последней инстанции.

Взгляды Аристотеля сформировались в результате долгого пути, пройденного им в науке. Свою деятельность он начал в качестве ученика Платона. Хотя на первых порах он разделял идеалистические воззрения своего учителя, тем не менее к некоторым из них он все же относился критически. После смерти Платона Аристотель поселился сначала в Ассосе (Малая Азия), а затем в Митилини (о. Лесбос). Здесь он отошел от

платонизма, сформулировав собственное учение, в котором выдвинул утверждение, что наука должна опираться на опыт и наблюдения. Этот новый подход проявился, в частности, в том, что он провел целый ряд естественнонаучных исследований. В 335 г. до н. э. Аристотель вернулся в Афины, где основал собственную философскую школу. В это время он окончательно порвал с учением Платона и приступил к развернутым научным исследованиям, впервые основывающимся на экспериментальном, наблюдательном и документальном материале. К этому же периоду относится большинство его научных сочинений. Взгляды Аристотеля, в большинстве своем здравые и конструктивные, далеко отходили от идеализма и кое в чем даже приближались к материализму, однако Аристотель не пошел по пути Демокрита. Стремление к примирению идеализма и материализма привело его к дуализму в понимании материи и природы. По Аристотелю любая субстанция состоит из пассивной материи и организующей ее формы. С другой стороны, однако, он полагал, что материя вечна и, следовательно, не может возникнуть из ничего или обратиться в ничто, что следует признать материалистическим элементом его философии. Вслед за Эмпедоклом он принял деление земной материи на четыре элемента: землю, воду, воздух и огонь, но добавил к ним пятый, небесный элемент, названный им эфиром. Каждому из этих элементов, по Аристотелю, соответствует свое естественное положение в мире, причем, будучи выведен из этого положения, каждый элемент стремится в него вернуться. Таким образом, земля как самый тяжелый элемент находится в центре Вселенной; из земли и состоит земной шар. Вода, как бо-

лее легкая, образует на поверхности Земли моря, озера и реки, а еще более легкий воздух окружает всю Землю сферической оболочкой. Еще выше находится сфера огня, самого легкого элемента, простирающаяся до самой лунной сферы. Этот земной, или подлунный, мир несовершенен, что выражается в господстве кратковременных и в принципе прямолинейных движений, а также в недолговечности и преходящем характере всех земных созданий. В отличие от земного мира, построенный из эфира мир небесных тел совершенен, вечен и неуничтожим, а сами небесные тела обладают совершенным и вечным круговым движением. Из всего этого следовало, что столь различные между собой миры — Земля и Небо — управляются различными же законами, и, стало быть, законы, познанные на Земле, не действуют на Небе.

В то же время Аристотель полагал, что пространство неразрывно связано с материей: природа не терпит пустоты. В теории причинности он пытался примирить между собой материалистический детерминизм и телеологию (от греч. «телос» — цель), утверждавшую, что ход явлений целенаправлен. В конечном счете его мировоззрение было чем-то средним между материализмом и идеализмом. Положительно следует оценить идею Аристотеля о том, что весь мир (за исключением, разумеется, Земли) находится в неустанном движении и что для объяснения движения небесных тел нет необходимости ссылаться на влияние неких сверхъестественных существ. Из всего сказанного видно, что Аристотелю стоило сделать лишь шаг, чтобы стать последовательным материалистом, но он, к сожалению, отрезал себе дорогу к материализму, введя сверхъестественную силу, названную им «перво-

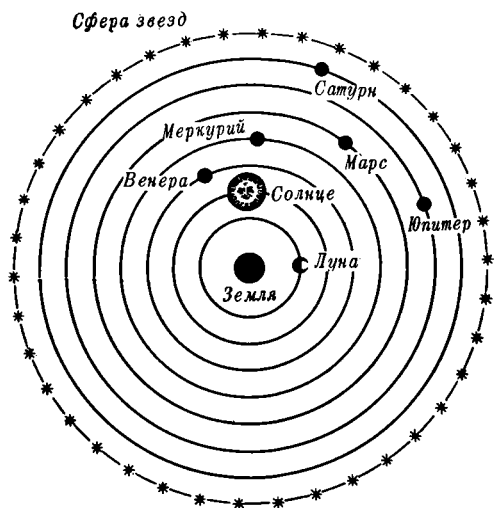


Схема строения Вселенной по Аристотелю

двигателем», которая, по его мнению, приводила в движение небесные тела или, точнее говоря, увлекающие их сферы.

Система строения Вселенной по Аристотелю была насквозь геоцентрической, представляя собой дальнейшее развитие идей Пифагора и Евдокса. Землю Аристотель считал абсолютно неподвижным шаром, причем в качестве доказательства шарообразности Земли он приводил тот факт, что видимая во время лунного затмения тень Земли имеет форму круга. Ему было известно и другое, столь же важное соображение, свидетельствующее о шарообразности Земли: по мере продвижения на юг в южной части небосвода появлялись новые, ранее не видимые созвездия. Аристотель, однако, явно недооценивал размеров Земли: так, он полагал, что сразу же к западу от Гибралтара расположена Индия. Надо сказать, что Аристотель считал шарообразной

не только Землю, но и все небесные тела ввиду совершенства шара как геометрического тела. Одним из основных аргументов здесь было то обстоятельство, что шар при вращении вокруг собственной оси всегда занимает одну и ту же часть пространства. Подобным же образом равномерное движение по кругу он считал самым совершенным из всех видов движения; именно это совершенное и вечное движение было подобающим для столь же совершенных и вечных планет. Согласно аристотелевской модели строения Вселенной, вокруг неподвижной и занимающей центральное положение Земли обращались небесные тела, расположенные в следующей последовательности: Луна, Солнце, Венера, Меркурий, Марс, Юпитер, Сатурн и, наконец, звезды. Их движение объяснялось введенной вслед за Евдоксом системой концентрических сфер, причем вся модель содержала в общей сложности 55 сфер, как бы вложенных одна в другую и могущих благодаря этому передавать друг другу свои движения. Первичным движением Аристотель считал вращение последней, наружной сферы: она совершала полный оборот в течение суток и передавала свое движение остальным сферам. Все эти сферы рассматривались, разумеется, как реально существующие, материальные объекты, лишь с той разницей, что они были построены из совершенного элемента — эфира.

С геоцентризмом Аристотеля, естественно, был тесно связан антропоцентризм, являющийся его логическим следствием. Мысль о возможности движения Земли Аристотель решительно отбрасывал, так как он отдавал себе отчет в том, что такое движение должно было бы сказаться в изменении положений звезд, а ни

он сам, ни кто-либо из его предшественников таких изменений не обнаружил. Кроме того, Аристотель был убежден, что подобного рода изменения были бы сразу замечены, так как он полагал, что звезды находятся всего лишь в десять (точнее, почти в десять) раз дальше от Земли, чем Солнце. Он даже не догадывался, насколько он в этом пункте далек от действительности.

Здесь необходимо особо подчеркнуть один важный вывод из учения Аристотеля: из деления мира на столь радикально отличающиеся друг от друга части, как Небо и Земля, следовала его непознаваемость. В лучшем случае мы могли бы познать свойства земной материи и уп-

равляющие ею законы, однако при любых обстоятельствах мы не имели бы оснований распространять эти законы на Небо, на небесные тела, природа которых навсегда осталась бы для нас неизвестной.

Учение Аристотеля ознаменовало собой завершение первого этапа развития древнегреческой науки, характеризующегося преобладанием чистой философии и попытками объяснить свойства и строение окружающего мира с помощью рассуждений или даже просто спекуляций: наблюдениям, экспериментам и измерениям на этом этапе придавалось не слишком большое значение. Это положение изменилось лишь в последующие века.



4. АЛЕКСАНДРИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ

...философам, обыкновенно стремящимся к распознаванию даже самых ничтожных вещей, до сих пор еще не удалось с достаточной верностью объяснить ход мировой машины...

Н. Коперник «О вращении». Предисловие

Период завоеваний Александра Македонского (356—323 гг. до н. э.) стал поворотным пунктом в истории Ближнего Востока, коренным образом изменив политическую карту этого района и открыв дорогу для проникновения туда влияния греческой культуры. Империя Александра распалась после его смерти, но присутствие греков на Ближнем Востоке продолжало оставаться реальным фактом, так как военачальники великого завоевателя превратили прежние провинции Империи в независимые государства, основав в них новые династии. Новые правители, сохраняя в принципе дух греческой культуры, начали окружать себя восточным великолепием и заботиться о пышности своих дворцов, не отказываясь даже от принятия божественных титулов, что до этого времени было грекам чуждо. Стремясь придать блеск своему правлению, новые монархи покровительствовали науке, культуре и искусству, которые в результате соприкосновения с восточной культурой преобразились, обогатились и активизировались, но не утратили при этом своего специфически греческого характера. Именно по этой причине как рассматриваемая историческая эпоха, так и новая культура этой эпохи носят название эллинистической.

Наиболее благоприятные условия для развития науки и культуры сложились — причем уже в III в. до н. э. — в Александрии, во времена правления в Египте династии Лагидов. Положивший начало этой династии Птолемей I Сотер, македонец, бывший военачальник Александра Великого, основал знаменитую Александрийскую библиотеку и не менее знаменитый Музей (греч. «мусион» — храм муз). Формально Музей объединял служителей культа муз, но фактически представлял собой прекрасно оборудованный исследовательский центр, в котором имелись астрономическая обсерватория, зоологический и ботанический сады и т. п. Сын и преемник Птолемея I, Птолемей II Филадельф, продолжая дело своего отца, расширял и развивал библиотеку и Музей; подобной же заботой окружали оба эти учреждения и последующие правители.

Примером рвения, прилагавшегося для пополнения научных коллекций, может служить хотя бы тот факт, что в одно время у путешественников, прибывших в Александрию и проходивших таможенный досмотр, конфисковались книги, передававшиеся затем в библиотеку. Если эти книги не представляли ценности для библиотеки, то после ознакомления они возвращались владельцу, в противном

же случае — пополняли собой коллекцию, а владелец получал взамен специально изготовленную копию. В результате подобной практики, но в основном все же в результате закупки книг библиотека постоянно росла и в период своего наивысшего расцвета располагала коллекцией, насчитывающей по данным различных источников от 400 000 до 700 000 свитков рукописей — цифра для того времени умопомрачительная. Кроме того, египетские правители заботились и о материальном положении ученых, полностью освободив их от повседневных хлопот — не удивительно поэтому, что Александрия, притягивавшая отовсюду самые выдающиеся умы, вскоре снискала славу первоклассного научного центра. Именно здесь Зенодот Эфесский (ок. 325 — ок. 260 гг. до н. э.), Аристофан Византийский (ок. 257 — 180 гг. до н. э.) и Аристарх Самофракийский (ок. 220—145 гг. до н. э.) очистили от многовековых наслоений тексты поэм Гомера и Гесиода, придав им тот вид, в котором они дошли до настоящего времени. Работая над древнегреческим языком, эти ученые тем самым закладывали основы будущего развития филологии.

На новые принципы опирались в своем развитии математические и естественные науки: упор делался на наблюдения, эксперименты и измерения, разрабатывались строгие математические методы. Врачи, по примеру Гиппократы (ок. 460—377 гг. до н. э.), занимались изучением человеческого тела и вели медицинские исследования. В Александрии работали такие физики и изобретатели, как Филон Византийский (III в. до н. э.) и Герон Александрийский (ок. 150 — ок. 100 гг. до н. э.); с александрийским научным центром была связана деятельность Архимеда Сира-

кузского (ок. 287 — ок. 212 гг. до н. э.), одного из гениальнейших греческих физиков. Архимед не только учился в Александрии, но и впоследствии, находясь уже в Сиракузах, вел оживленную переписку с тамошними учеными. Здесь же, в Александрии, создал свою бессмертную геометрию Евклид (ок. 330 — ок. 275 гг. до н. э.).

Одним из самых знаменитых александрийских ученых был Эратосфен (ок. 275 — ок. 194 гг. до н. э.), выдающийся философ, математик, астроном, географ и один из первых библиотекарей Александрийской библиотеки, которому мы обязаны первым определением размеров Земли. Именно Эратосфен установил, что в день, когда в Сиене (теперь Асуан) солнечные лучи в полдень падают отвесно, освещая даже дно глубоких колодцев, в Александрии они составляют с отвесом угол, равный $\frac{1}{50}$ полного угла. Зная время, требовавшееся караванам для того, чтобы покрыть расстояние от Александрии до Сиены, Эратосфен оценил это расстояние в 5000 стадий. Это значение соответствовало величине окружности Земли, равной 250 000 стадий. Сейчас трудно оценить погрешность этого измерения, так как мы не знаем точно, какова была величина стадии в метрах (к тому же эта величина в разных местностях и в разное время была различной). Если, однако, принять вслед за Дж. Л. Дрейером, что стадия равнялась 157,5 м, то для окружности Земли мы получаем значение 39 000 км, а для радиуса — 6200 км. Надо признать, что для того времени такое совпадение с истинным значением (6370 км) было очень хорошим, однако в этом случае результат Эратосфена был следствием счастливого стечения обстоятельств. Именно, как оказалось впоследствии,

Александрия и Сиена не лежат на одном меридиане, расстояние между ними не равно в точности 5000 стадий, а угол, измеренный Эратосфеном в Александрии, лишь приблизительно равен $1/50$ полного угла. Тем не менее ошибки, возникшие вследствие этих погрешностей, так удачно скомпенсировали друг друга, что результат оказался весьма близок к истине. Что же касается самой идеи измерения, то она была безукоризненна и великолепна.

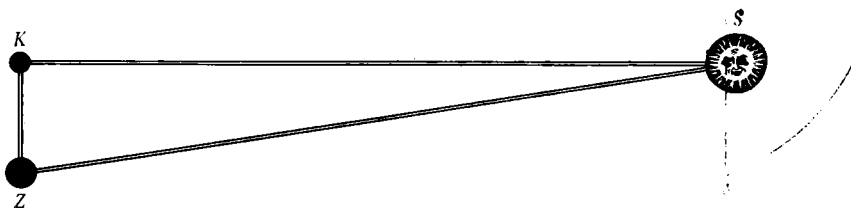
Еще более дерзновенную цель поставил перед собой Аристарх Самосский (ок. 320 — ок. 250 гг. до н. э.): он решил измерить расстояния до небесных тел. Это была первая такого рода попытка — до того времени эти расстояния устанавливались исключительно на основе беспочвенных умозрительных спекуляций. Так, например, пифагорейцы предполагали, что небесные сферы издают при вращении звуки божественной музыки (так называемой «музыки сфер»), и поэтому размеры этих сфер, а тем самым и расстояния до небесных тел, связывали с открытыми Пифагором целочисленными отношениями между гармонирующими тонами. В свою очередь Филолай, например, считал, что расстояния небесных тел от центрального огня возрастают в геометрической прогрессии, так что каждое последующее тело находится втрое дальше от центра Вселенной, чем предыдущее. Разумеется, все эти оценки, опирающиеся лишь на произвольное и ни на чем не основанное жонглирование числами, не могли дать реальных результатов. Совершенно иначе подошел к этой проблеме Аристарх Самосский в своей попытке определить расстояние от Земли до Солнца по сравнению с расстоянием от Земли до Луны. Он совершенно справедливо полагал, что

поскольку Луна светит отраженным солнечным светом, величина освещенной части Луны в различных фазах зависит от угла, который составляют в это время прямые Солнце — Луна и Земля — Луна. В частности, во время четверти этот угол равен 90° ; если бы в этот момент удалось измерить угловое расстояние между Луной и Солнцем, то, исходя из этого, можно было бы определить отношение расстояния от Земли до Солнца к расстоянию от Земли до Луны. Идею предложенного метода измерения иллюстрирует рисунок, на котором точка S обозначает Солнце, Z — Землю и K — Луну. Луна на этом рисунке находится в полудунии, так что угол ZKS , как уже было замечено выше, прямой.

Измерив во время четверти угловое расстояние между Луной и Солнцем (угол KZS), Аристарх получил значение 87° . Следовательно, угол, под которым был бы виден с Солнца отрезок ZK (то есть расстояние от Земли до Луны), составлял 3° . При таком соотношении углов в прямоугольном треугольнике KZS катет ZK в 19 раз меньше гипотенузы ZS . Таким образом, из измерений Аристарха следовало, что Солнце находится в 19 раз дальше от Земли, чем Луна. Поскольку, однако, видимые размеры солнечного и лунного дисков одинаковы, то Солнце, находясь в действительности дальше Луны, должно быть соответственно больше ее. Дальнейшее рассмотрение этой задачи привело Аристарха к заключению, что объем Солнца превосходит объем Земли в 300 раз. Осознав всю громадность Солнца, философ сделал отсюда простой, но чрезвычайно важный вывод, что движение огромного Солнца вокруг гораздо меньшей его Земли является совершенно неправдоподобным и что

не остается ничего другого, как принять, что именно Земля не только вращается вокруг собственной оси, но и еще обращается вокруг Солнца, расположенного в центре Вселенной. Тот факт, что движение Земли не отражается заметным образом на положениях звезд, Аристарх объяснял совершенно правильно, замечая, что

получил неправильное значение расстояния от Земли до Солнца, не был существен, гораздо важнее было другое: он установил, что Солнце значительно больше Земли, и сделал отсюда вывод, что Земля должна обращаться вокруг Солнца, а не наоборот. Таким образом, наблюдения и сделанные на их основе заключения



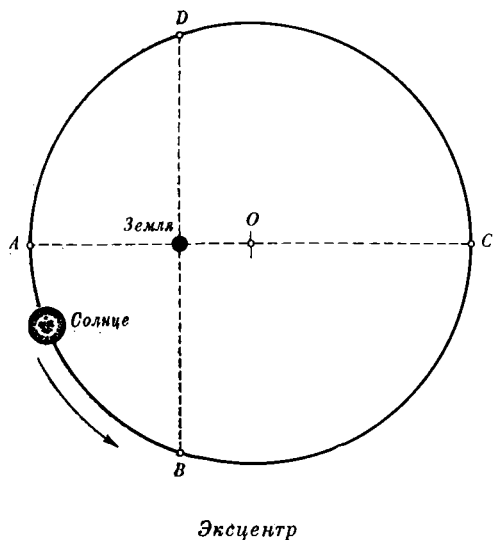
Принцип измерения расстояния до Солнца по Аристарху Самосскому

расстояние от Земли до Солнца ничтожно по сравнению с расстоянием до сферы неподвижных звезд.

Измерение Аристарха было очень неточным, так как в действительности угол KSZ составляет не 3° , а всего лишь $9'$, то есть в 20 раз меньше, а поэтому и Солнце находится не в 19, а в 400 раз дальше от Земли, чем Луна, так что и объем его должен быть соответственно больше. Столь значительная ошибка измерений была обусловлена двумя причинами. Во-первых, Аристарх располагал весьма грубыми наблюдательными приборами, а во-вторых, трудно на основе внешнего вида лунного диска определить с достаточной точностью момент полулуния, то есть момент, когда освещена ровно половина лунного диска; а так как Луна перемещается по небосводу со скоростью около $0,5^\circ$ в час, то ошибка в определении момента полулуния хотя бы на час сразу изменяет величину угла KSZ как раз на эти полградуса.

И все-таки тот факт, что Аристарх

привели Аристарха к осознанию неверности геоцентрической системы и созданию первой гелиоцентрической модели строения Вселенной. Хотя эта модель характеризовалась неправильными пропорциями и нуждалась еще в соответствующем обосновании, но тем не менее выдвинутая концепция была смелой и единственно верной. Таким образом, мы имеем все основания считать Аристарха Самосского предтечей гелиоцентризма. Само собой разумеется, взгляды Аристарха, находившиеся в противоречии с общепринятыми основными положениями физики Аристотеля, встретились с непониманием и открытыми насмешками. Даже гениальный Архимед не понял их и решительно против них боролся. Впрочем, протестов было множество: например, реакционно настроенный философ Клеант (330—231 гг. до н. э.) считал утверждение о движении Земли просто преступным и даже добивался суда над Аристархом по обвинению в безбожии.



С александрийским научным центром был связан и другой выдающийся ученый — астроном Гиппарх (ок. 190 — 125 гг. до н. э.), родом из Вифинии в Малой Азии, чья деятельность протекала частично в Александрии, но в основном на о. Родос. Гиппарх был не только теоретиком, но и опытным наблюдателем; сравнивая найденные в результате его собственных наблюдений координаты звезд с координатами тех же звезд, определенными примерно на 100 лет раньше александрийскими астрономами Тимохарисом и Аристиллом, он обнаружил вековое смещение точек равноденствия («предварение равноденствий»), то есть открыл явление прецессии. Он определил также на основе наблюдений затмений Луны ее расстояние от Земли и, кроме того, занимался теоретическими исследованиями, касающимися движения Солнца и Луны.

Уже в то время было известно, что наблюдаемое на небосводе движение как Солнца, так и Луны отнюдь не

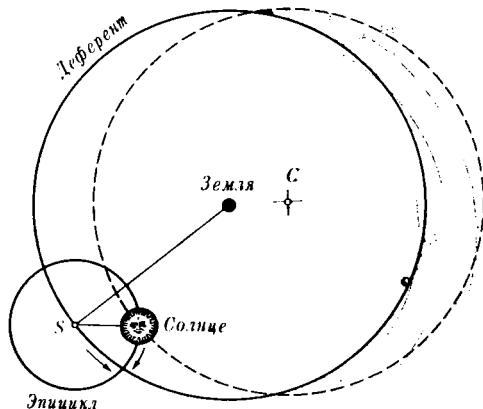
является равномерным, а это значит, что оно не может быть объяснено равномерным движением отдельной сферы или окружности, в центре которых располагалась бы Земля. Конечно, проще всего было бы предположить, что Солнце и Луна действительно движутся неравномерно, однако принцип совершенного движения, то есть равномерного движения по окружности, считался в то время незыблемым. В этих условиях еще до Гиппарха александрийский математик Аполлоний Пергский (ок. 262 — ок. 200 г. до н. э.) ввел понятие так называемого эксцента, то есть окружности, центр которой не совпадает с положением наблюдателя на Земле. Принцип движения по эксцентру поясняет помещенный рисунок. Окружность $ABCD$ с центром в точке O изображает годовой путь Солнца, причем Земля смещена относительно центра этой окружности. Солнце движется по своей траектории равномерно, и лишь наблюдателю, находящемуся на Земле, это движение представляется неравномерным. Так, например, в точке A движение Солнца будет казаться наиболее быстрым, а в точке C — наиболее медленным. При движении Солнца по дуге ABC мы будем наблюдать его кажущееся замедление, а по дуге CDA — ускорение. Из рисунка также непосредственно видно, что Солнце за меньшее время пройдет дуги AB или DA , чем дуги BC или CD . Таким образом Аполлонию удалось сохранить принцип равномерного движения по окружности. Концепция эксцентров была воспринята Гиппархом, объяснявшим с ее помощью неравномерное движение Солнца по небу, а также различную длительность времен года. Аналогично была решена им и проблема движения Луны, хотя эта задача была более труд-

ной — движение Луны характеризуется более значительными нерегулярностями. В конце концов Гиппарх был вынужден принять, что центр эксцента Луны совершает полный оборот вокруг Земли в течение примерно 9 лет.

Существовало еще одно объяснение неравномерности движения Солнца и Луны, геометрически эквивалентное принципу движения по эксцентам. Оно основывалось на введении так называемых эпициклов, изобретение которых также принадлежит Аполонию. Согласно этой концепции, Земля находится в центре большой окружности, называемой деферентом, по которой равномерно движется точка S , являющаяся, в свою очередь, центром второй, меньшей окружности, называемой эпициклом. По эпициклу равномерно движется Солнце. Периоды обращения по деференту и эпициклу равны между собой и составляют год. В результате суперпозиции обоих этих движений Солнце движется вокруг Земли по окружности, обозначенной на рисунке штриховой линией, которая, как легко убедиться, есть не что иное, как эксцентр с центром в точке C .

Таким образом, оба описанные выше объяснения движения Солнца или Луны приводили к одному и тому же результату, но эксцентр был геометрически более простой конструкцией, что и склонило в конце концов Гиппарха к принятию модели эксцентров. Теории движения планет Гиппарх не разработал, так как считал, что для этого он располагает слишком скудными наблюдательными данными, но зато он проводил множество наблюдений, стремясь оставить своим преемникам соответствующий материал для создания такой теории.

Попытка решения этой проблемы была предпринята лишь три века



Деферент и эпицикл как конструкция, эквивалентная эксцентру

спустя выдающимся александрийским астрономом Клавдием Птолемеем (ок. 100 — ок. 168 гг. н. э.). Продолжая и развивая идеи Гиппарха, он построил геоцентрическую модель строения Вселенной, в которой использовал комбинацию деферентов-эксцентров и помещенных на них эпициклов. Свою теорию он изложил в сочинении, озаглавленном «Математике синтаксис» («Математическое построение») и известным также под заглавием «Мегале синтаксис» («Великое построение»), а в позднейшие века — под названием «Альмагест» (от арабского видоизменения заглавия «Мегале синтаксис»).

Модель Птолемея в течение полутора тысяч лет после ее создания являлась основой всей астрономии, и поэтому стоит обсудить ее здесь более подробно. Земля, лишенная в этой модели даже вращательного движения вокруг собственной оси, представляла собой, разумеется, неподвижный центр Вселенной. Ближе всего к Земле происходило обращение Луны, затем были расположены

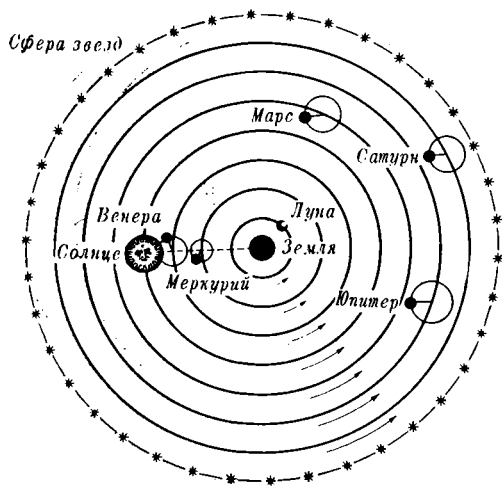


Схема строения Вселенной по Птолемею

деференты Меркурия и Венеры — так называемых нижних планет; Меркурий обращался по меньшему, Венера — по большему эпициклу. Снаружи деферента Венеры находилась траектория Солнца, представлявшая собой эксцентр без эпицикла, а дальше располагались деференты так называемых верхних планет: Марса, Юпитера и Сатурна. Здесь необходимо обратить внимание на тот важный факт, что в приведенной схеме планеты не могли занимать совершенно произвольные положения. Самые сильные ограничения относились к нижним планетам: центры их эпициклов должны были всегда лежать на прямой, соединяющей Землю и Солнце. Это объясняло тот факт, что обе эти планеты совершают на небе колебательное движение вблизи Солнца, причем максимальное удаление не может превосходить определенной величины. Разумеется, это отражает реальные особенности движения Меркурия и Венеры, которые обращаются вокруг Солнца, на-

ходясь все время внутри орбиты Земли. Другое ограничение относилось к верхним планетам, которые хотя и могли удаляться от Солнца на небе на произвольное расстояние, но не могли занимать произвольное положение на своих эпициклах: отрезок, соединяющий одну из верхних планет с центром ее эпицикла, должен был всегда оставаться параллельным прямой, соединяющей Землю с Солнцем. Для нас это условие также является совершенно очевидным, так как мы знаем, что наблюдаемое нами движение планет является результирующей действительного движения самой планеты и ее кажущегося движения. Последнее же обусловлено тем фактом, что мы наблюдаем планету с Земли, обращающейся вокруг Солнца.

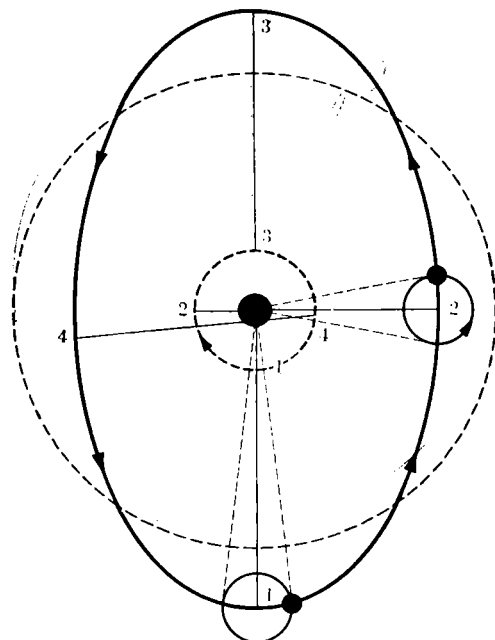
За пространством, занятым планетами, находилась сфера неподвижных звезд, совершающая один полный оборот в течение суток. Эта сфера являлась одновременно и наружной границей, и пределом всей Вселенной.

Стоит подчеркнуть, что в модели Птолемея как деференты, так и эпициклы не были тождественны со своими прототипами, введенными Аполлонием. У Аполлония деференты представляли собой окружности, в центре которых была расположена Земля, а периоды обращения по эпициклу и деференту были равны между собой, поскольку речь шла об объяснении неравномерного наблюдаемого движения Солнца и Луны. У Птолемея же деференты с самого начала были эксцентрами (поэтому часто вместо термина «деферент» употреблялся просто термин «эксцентр»), а периоды обращения планет по эпициклам, введенным для объяснения попятного движения планеты, когда она вычерчивала на

небе петлю, не зависели от периодов обращения центров эпициклов по деферентам. Впрочем, из приведенного выше правила непосредственно следует, что периоды обращения по эпициклам были для всех верхних планет одинаковы и совпадали с периодом годового обращения Солнца вокруг Земли.

Между прочим, Птолемей использовал эпициклы для объяснения не только движения планет, но и движения Луны, всегда доставлявшего астрономам массу неприятностей. Оригинальность этой конструкции состояла в том, что Луна двигалась по эпициклу, в то время как центр ее деферента обращался вокруг Земли — хотя и за то же время, но в противоположном направлении. Это иллюстрирует приведенный рисунок, на котором положения Луны, обозначенным цифрами 1, 2, 3 и 4, соответствуют положения центра деферента, обозначенные теми же цифрами. В результате траектория обращения Луны вокруг Земли представляла собой овал, причем отношение наибольшего удаления к наименьшему составляло $33:17$, или почти $2:1$. Хотя эта конструкция давала сравнительно неплохое объяснение видимого движения Луны, все же убедиться в ее неправильности было бы довольно легко. Действительно, если бы расстояние Луны до Земли менялось в указанных выше пределах, то соответственно должен был бы изменяться и видимый диаметр лунного диска, а столь значительные изменения можно было бы обнаружить даже без измерительных инструментов.

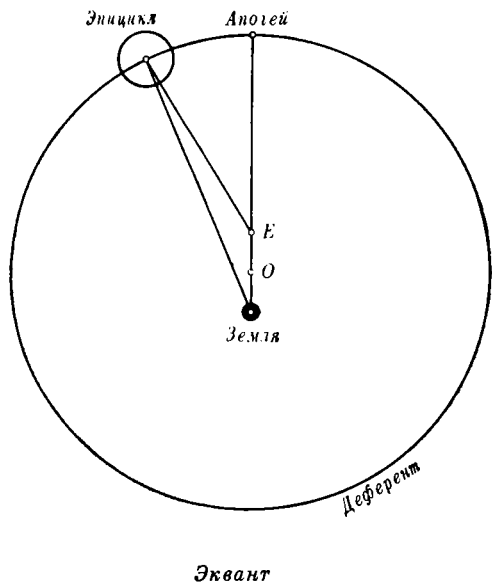
Цель Птолемея, однако, состояла лишь в геометрической интерпретации наблюдаемого движения Луны, и поэтому он не рассматривал подробно возникающую в его теории проблему возможных значительных



Птолемеяевская теория движения Луны

изменений видимого диаметра лунного диска.

Сами деференты выглядели у Птолемея иначе, чем у Аполлония, так как Птолемей, заметив, что невозможно объяснить наблюдаемые движения планет с помощью равномерного движения их эпициклов по деферентам старого типа, ввел понятие так называемого экванта, или уравнивающей точки, что было своего рода модификацией идеи эксцентра. Как видно из рисунка на стр. 46, Земля помещалась на некотором расстоянии от центра O окружности — деферента. С противоположной стороны от центра, на том же расстоянии, что и Земля, находилась точка E , называемая эквантом. Движение центра эпицикла по деференту определялось следующим условием: оно должно было казаться равномерным, если



смотреть на него из экванта. Разумеется, для наблюдателя, находящегося на Земле, это движение уже не было равномерным. Теперь для согласования предсказываемого теорией движения планеты с наблюдательными данными надлежало лишь соответствующим образом подобрать положение центра деферента, а тем самым и экванта.

Таким образом, Птолемей сумел искусственно обойти незыблемый принцип равномерных круговых движений: движение, обладавшее на первый взгляд признаками равномерного движения, было, по сути дела, неравномерным, и в результате центр эпицикла двигался по деференту с переменной скоростью.

Рассмотрим теперь более подробно движение планет, которое должно было найти свое объяснение в системе Птолемея. Начнем наше рассмотрение с нижних планет, то есть Меркурия и Венеры, причем в качестве примера возьмем движение Венеры,

так как эта планета более доступна для наблюдения: она не только ярче Меркурия, но и отклоняется на небе на большее расстояние от Солнца. Предположим, что в некоторый момент мы наблюдаем Венеру в пору вечерних сумерек в западной части неба. Солнце уже зашло, а Венера только начинает клониться к западу; ее легко различить, так как она достаточно яркая — звезды еще не видны, а Венера уже светит ровным и сильным светом. Именно по этой причине в это время ее иногда называют Вечерней звездой. Продолжая наблюдения Венеры и в последующие дни, мы замечаем, что она все более и более отклоняется от Солнца к востоку и все позднее заходит, пока наконец ее заход не происходит на три часа позже захода Солнца. Это наибольшее отклонение Венеры от Солнца, и, достигнув его, она начинает медленно возвращаться обратно, в направлении Солнца. Продвигаясь так дальше и дальше, она наконец исчезает в его лучах, и в этот период все попытки заметить ее оказываются тщетными. Однако если через некоторое время мы обратим внимание на восточную часть неба на рассвете, то обнаружим, что Венера начинает восходить перед самым восходом Солнца, то есть она его уже миновала и теперь расположена западнее. Продолжая наблюдения, мы замечаем, что она восходит все раньше и раньше, пока не опередит Солнце на три часа. В это время она носит название Утренней звезды, или Авроры. Достигнув своего максимального отклонения к западу, она вновь начинает отступать к Солнцу, чтобы, вторично миновав его, снова оказаться восточнее его и стать украшением вечернего неба.

Таким образом, Венера попросту колеблется на небе около Солнца;

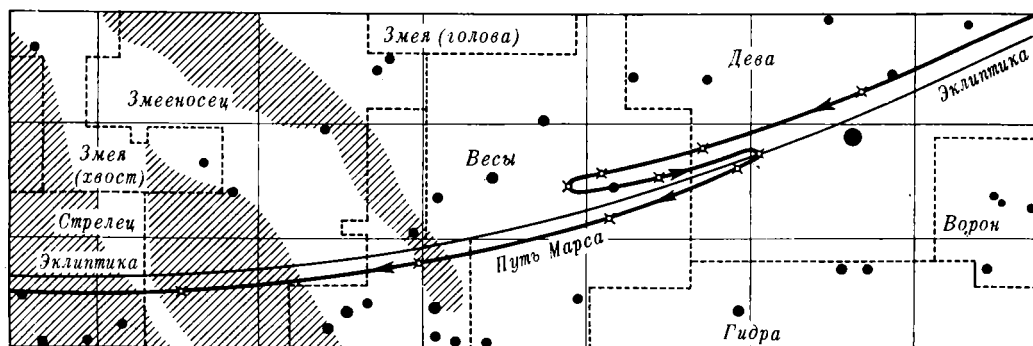
аналогичные колебания, но с меньшей амплитудой и более коротким периодом совершает и Меркурий.

Вернемся теперь к рисунку, изображающему систему Птолемея. Мы видим, что Земля, центры эпициклов нижних планет и Солнце всегда лежат на одной прямой, а поскольку планеты движутся по эпициклам, то наблюдателю с Земли будет казаться, что они постоянно совершают колебания вблизи Солнца, что полностью согласуется с наблюдениями.

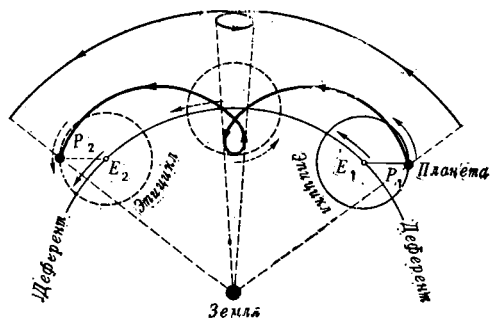
Иного рода движение по небу характерно для верхних планет, то есть для Марса, Юпитера и Сатурна. Обычно верхняя планета перемещается на фоне звезд с запада на восток, или, как говорят астрономы, совершает прямое движение. Иногда же — это происходит за определенное время до противостояния — она останавливается, а затем начинает отступать, передвигаясь с востока на запад (такое движение астрономы называют попятным). Вскоре уже после противостояния она вновь останавливается и начинает двигаться обратно, возвращаясь, таким образом, к прямому движению и описав в конечном итоге на небосводе петлю.

Обратимся еще раз к схеме, пред-

ставляющей систему Птолемея. Нам известно из наблюдений, что верхние планеты могут удаляться от Солнца на произвольные угловые расстояния — этот факт нашел свое отражение в модели Птолемея, поскольку центры их эпициклов могут занимать на деферентах любые положения относительно Солнца. Кроме того, центр эпицикла каждой планеты движется с собственной скоростью, отличной от скоростей центров эпициклов остальных планет, причем чем дальше расположена планета, тем больше его период обращения по деференту. Что же касается периода обращения по эпициклу, то, как мы уже упоминали, он одинаков для всех верхних планет и составляет год. В результате суперпозиции обоих рассмотренных выше движений — движения планеты по эпициклу и движения центра эпицикла по деференту вокруг Земли — планета совершает то прямое, то попятное движение и, таким образом, описывает на небе петлю. Механизм возникновения такой петли, согласно теории Птолемея, представлен на рисунке на стр. 48. Опишем вокруг Земли окружность деферента планеты и допустим, что когда центр эпицикла находится в точке E_1 , планета



Кажущаяся траектория Марса в 1952 г.



*Объяснение возникновения петли
по Птолемею*

занимает положение P_1 , когда центр эпицикла переместится в точку E_2 , планета займет положение P_2 и т. д. В результате наложения обоих этих движений планета опишет петлю, проекция которой, наблюдаемая с Земли, даст примерно такую картину, какая изображена в верхней части рисунка.

Таким образом, модель Птолемея объясняла основные особенности движения небесных тел, хотя это объяснение было искусственным и противоречило законам природы. В то время, однако, естественнонаучные знания были столь скудными, что последнее обстоятельство никем не осознавалось. Именно этим объясняется почти полное отсутствие каких-либо ограничений в выборе различных, иногда чрезвычайно искусственных, геометрических конструкций, в выборе, имевшем единственную цель — добиться согласия теории с наблюдениями. Тем не менее даже при наличии столь значительного произвола должны были соблюдаться некоторые основные принципы, которые мы, как бы подводя итог всему сказанному, еще раз перечислим. Вот они:

1. Земля неподвижно покоится в центре Вселенной.

2. Наблюдаемые движения небесных тел суть их действительные движения.

3. Все движения происходят по окружностям, ибо окружность является самой совершенной из всех кривых; сложные движения планет объясняются взаимным наложением нескольких круговых движений.

4. Движения по окружностям являются равномерными; если же наблюдаемое движение не удается непосредственно вывести из этого принципа, то всегда можно найти внутри окружности такую точку, из которой это движение будет казаться равномерным.

5. Сфера неподвижных звезд совершает один оборот в течение суток, сообщая это движение остальным сферам.

Несколько позже Птолемей написал второй трактат, озаглавленный «Гипотезы планет». Это сочинение сыграло выдающуюся роль в формировании концепции строения Вселенной, так как содержащиеся в нем идеи были впоследствии восприняты некоторыми крупнейшими мусульманскими учеными. Из сравнения обоих трактатов можно сделать вывод, что «Математическое построение» автор рассматривал скорее как разработку математической модели, описывающей движения небесных тел, не претендовавшую на изображение действительной картины мира. В противоположность этому «Гипотезы планет» содержат уже попытки создать физическую модель Вселенной в виде системы реально существующих вращающихся сфер, модель, которая объяснила бы как движения, так и расстояния планет, разумеется, сохранив при этом в целости и сохранности геоцентрическую

систему. В результате окружности, введенные в «Математическом построении», уступили место сферам, плотно прилегающим друг к другу таким образом, что внешняя ограничивающая поверхность каждой сферы соприкасалась с внутренней поверхностью следующей, более удаленной сферы.

Интересно, что, несмотря на многовековые усилия астрономов, в которых они проявили замечательную изобретательность, принцип неподвижности Земли оставался непоколебленным. Он казался столь очевидным и соответствующим свидетельствам органов чувств, что практически никто не высказывал относительно его никаких сомнений, тем более что геоцентризм и антропоцентризм были тесно связаны с самыми основами религии.

Труд Птолемея был окончательным итогом и венцом достижений античной астрономии и наряду с сочинениями Аристотеля принадлежал к наследию, оставленному античным миром последующим векам.

В то же время это было и последнее достижение древней астрономии. Эпоха расцвета египетского государства Лагидов, а тем самым и период наиболее благоприятных условий для развития науки, отошла в прошлое: Египет уже длительное время был римской провинцией. Усиливающийся процесс распада Римской империи, ее политический и экономический упадок привели к постепенному снижению уровня развития науки. По мере того как наука деградировала, получала распространение столь характерная для стран Ближнего Востока астрология. Определенный отпечаток оставила она и на трудах Птолемея, посвятившего вопросам астрологии четыре книги, известные впоследствии под кратким

заглавием «Тетрабиблос» («Четверокнижие») и являвшиеся в течение многих веков теоретической и практической основой всей прикладной астрологии. Однако эта эллинистическая астрология коренным образом отличалась от своего первоначального восточного образца. Если в Месопотамии по звездам предсказывались исключительно судьбы царей, являющихся избранниками богов и, следовательно, единственными среди людей, достойными привлечь внимание небожителей, то греки, для которых был характерен иной образ мыслей, охватили астрологическими предсказаниями всех людей без исключения.

В эпоху упадка Империи была уничтожена материальная база александрийской науки. Первые потери она понесла уже в 47 г. до н. э., когда во время осады Александрии Цезарем сгорел Брухион — главная часть Александрийской библиотеки. Вскоре после этого Антоний в качестве компенсации за причиненный ущерб подарил знаменитой египетской царице Клеопатре 200000 рукописных свитков из Пергамской библиотеки*.

Полное и окончательное уничтожение принесли с собой последующие века. В III в. н. э., во время беспорядков, имевших место в период правления императора Аврелиана, был разгромлен Александрийский Музей. Центром, вокруг которого сосредоточились после этого ученые, стала уцелевшая часть Александрийской библиотеки — Серапион. Но и она была окончательно уничтожена во время беспорядков в 391 г. н. э. Нанесенный урон был невосполним, и можно сказать, что с этого момента

* Пергам (в настоящее время Бергама) — город в северо-западной части Малой Азии, столица эллинистического Пергамского государства.

началась последняя фаза упадка античной науки.

Не удивительно поэтому, что в дальнейшем нам не встречаются крупные индивидуальности или распространители новых идей; из целого ряда комментаторов Птолемея упоминания заслуживают лишь Теон Александрийский (IV в.), Прокл Диадок (V в.) и Симплиций из Киликии (VI в.). Теон был создателем теории трепидации, которая, несмотря на свою принципиальную ошибочность, наложила отпечаток на астрономию последующих веков. Согласно теории трепидации, открытое еще Гиппархом прецессионное движение точек равноденствия представляло собой не поступательное, а циклическое движение. Это относилось также и к изменению угла наклона эклиптики к экватору и в принципе было недалеко от истины.

Строгости ради надо заметить, что время от времени, причем уже за пределами александрийского центра,

все еще возрождались некоторые, казалось бы, уже давно забытые идеи. Так, например, поборником гелиоцентризма был император Юлиан Отступник (331 или 332 г. — 363 г. н. э.), известный в качестве рьяного защитника приходящего в упадок язычества. В своем сочинении, озаглавленном «Ис басылеа Гелион» («К владыке-Солнцу»), Юлиан, возвратившийся к идеям Аристарха Самосского, писал: «Планеты кружатся вокруг него (т. е. вокруг Солнца), как вокруг своего владыки». В свою очередь взгляды Гераклида Понтийского в V в. отставал один из последних ученых мира язычества Марциан Феликс Капелла из Карфагена, автор книги «Сатирикон», являвшейся энциклопедией тогдашней науки. В конечном итоге, однако, подобного рода идеи, столь далекие от общепринятых, не получили никакого отклика со стороны ученых уже начинающегося тогда средневековья и были преданы забвению.



5. МУСУЛЬМАНСКИЕ АСТРОНОМЫ

Нет бога, кроме Аллаха, и Магомет — пророк его.

Коран

В VII в. н. э. на Ближнем Востоке появилась новая мощная сила, преобразившая древние страны Передней Азии и Северной Африки не только в политическом, но и в культурном отношении. Этой новой силой был ислам — религия, зародившаяся на Аравийском полуострове, который с незапамятных времен населяли племена семитского происхождения, получившие впоследствии общее название — арабы. Через арабские страны издавна проходили торговые пути, соединяющие древнейшие культурные центры мира — Египет, Вавилонию и Пенджаб, но особенно тесными были контакты между Египтом и Южной Аравией. Уже в начале II тысячелетия до н. э. арабы, подобно финикийцам в бассейне Средиземного моря, играли роль посредников в торговле со странами Южной Азии, откуда в Грецию и Рим доставлялись золото, медь, благовония и другие ценные товары. Во время своих путешествий арабские купцы имели возможность близко познакомиться с древней еврейской культурой, а впоследствии — с ранним христианством.

В VIII в. до н. э. в Южной Аравии сформировались государства с теократическим* правлением, и лишь

* Теократия — государственное устройство, в котором высшая власть принадлежит жрецам. — *Прим. перев.*

значительно позднее начали возникать небольшие арабские государства в северной части Аравийского полуострова. Именно здесь в III в. н. э. появилась письменность, памятником которой стала впоследствии священная книга мусульман — Коран. В арабских странах достигла расцвета литература, и в первую очередь — поэзия.

Около 570 г. н. э. в Мекке, где главным божеством был Аллах, родился будущий пророк, называемый в Коране Мухаммедом (или Магометом), ставший создателем новой религии — ислама. Ему удалось собрать вокруг себя многочисленные массы приверженцев, которые распространили ислам далеко за границами стран, населенных арабами. Новая религия превратила раздробленные и враждующие племена в мощную и сплоченную арабскую нацию.

После этого, как известно из истории, арабами были завоеваны такие страны, обладающие многовековой культурой, как Сирия, Египет, Месопотамия и Персия. Новые мусульманские правители, носящие титул халифов, всячески поддерживали и поощряли развитие наук, в первую очередь астрономии и астрологии. На территории могущественного Багдадского халифата, возникшего в середине VIII в., арабские завоеватели столкнулись с крупными науч-

ными центрами, такими, как Джунди-Шапур в Персии, где после закрытия императором Юстинианом в 525 г. Афинской школы нашли себе прибежище греческие философы, или Харран в северо-западной Месопотамии, где развивалась астрономическая наука. В обоих этих центрах еще до завоевания их арабами переводились на сирийский и персидский языки, а с них уже впоследствии на арабский, труды греческих философов, в том числе и астрономические произведения. Астрономия в своем эллинистическом варианте появилась при дворе багдадских халифов из северо-западных областей Индии, куда после походов Александра Македонского проникла греческая наука и где под ее влиянием начали воз-

никать астрономическо-астрологические сочинения. Вероятно, под влиянием астрологов из западной Индии халиф аль-Мансур (Альманзор), живший во второй половине VIII в., приказал перевести на арабский язык некоторые научные труды, а также составить числовые таблицы, дающие возможность рассчитывать движение планет.

Интерес, который питали арабы к астрономии, объяснялся различными причинами. Во-первых, торговые караваны арабов совершали длительные переходы через безлюдные пустыни, и для того, чтобы ориентироваться в пути, были необходимы определенные сведения из астрономии. Эти сведения были нужны также для выполнения религиозных обрядов: предписания ислама требовали, чтобы во время намаза молящиеся обращали свое лицо в направлении священного города Мекки, а это направление можно было определить только путем астрономических наблюдений. Лунный календарь, которым пользовались арабы, основывался на знании закономерностей движения Луны и наблюдениях за ее положением, а с календарем в свою очередь были связаны столь важные для правоверных мусульман даты праздников и постов. И наконец, сведения о положении Солнца, Луны и планет имели решающее значение для астрологических предсказаний, глубоко укоренившихся в арабском мире: именно для этих целей и составлялись таблицы положений планет.

Во времена правления халифа аль-Маммуна в 829 г. в Багдаде была основана астрономическая обсерватория, сгруппировавшая вокруг себя многих выдающихся астрономов. Здесь они тщательно изучали сочинения Птолемея — не только «Математике синтаксис» («Математиче-



Фрагмент страницы Корана

ское построение»), но и написанные позднее «Гипотезы планет», фактически ставшие исходным пунктом развития астрономии у мусульманских народов. Одним из первых переводчиков труда Птолемея на арабский язык был Ибн Юсуф (786—833), который перевел «Математике синтаксис» с сирийского перевода этого произведения, дав ему при этом заглавие «Китаб аль-маджисти» («Величайшее сочинение»), откуда и возникло используемое до настоящего времени название «Альмагест».

Из первых багдадских астрономов во второй половине IX века пользовался большой известностью Ахмед аль-Фаргани, уроженец Средней Азии, известный в средневековой европейской литературе под именем Альфрагануса. Под влиянием «Гипотез планет» Птолемея он написал книгу «Элементы астрологии», где привел расстояния до планет, рассчитанные таким образом, чтобы наибольшее удаление любой из них было в то же время равно наименьшему удалению следующей, более далекой планеты. Этому принципа придерживались большинство мусульманских астрономов. Из астрономов младшего поколения, живших во времена раннего Багдадского халифата, к наиболее выдающимся следует отнести двух ученых из Харрана: Табита ибн Курра (826—901) и Абу Абдаллаха Мухаммада ибн Джабир аль-Баттани (сокращенно аль-Баттани), латинизированное имя которого Альбатений (ок. 854—929). Первый из них добавил к восьми сферам Птолемея девятую, которую позднее называли по-латыни «примум мобиле» («перводвигатель»), и, кроме того, был пропагандистом теории трепидации, выдвинутой еще в IV в. н. э. Теоном Александрийским (см. стр. 50). Эта ошибочная теория, прини-



Арабский караван (миниатюра XII в.)

мавшаяся многими арабскими астрономами, предполагала наличие циклических изменений положения точек равноденствия и наклона эклиптики к экватору. Наконец, важная заслуга Табита состоит в том, что он дал безукоризненный перевод «Альмагеста» с греческого языка на арабский, выполненный им на основе более раннего и менее совершенного перевода, принадлежавшего Хунайну Ибн Исхаку (809—873).

Мусульманские астрономы не ограничивались переводом и изучением астрономических сочинений Птолемея, но и сами активно занимались наблюдениями в Багдаде и других астрономических центрах арабского мира. Их основным инструментом для наблюдений была астролябия (по-арабски «астурляб»), сконструированная уже в VIII в. Ибрагимом аль-Фазари на основе греческих образцов. В позднейшие века этот ин-

струмент неоднократно усовершенствовался. В принципе астролябия представляла собой металлический круг с угловыми делениями и визиром для наведения на небесные тела. По показаниям на угловой шкале рассчитывалось угловое расстояние небесного тела от зенита; для этих расчетов и решения различных астрономических задач служили геометрические чертежи, нанесенные на поверхность астролябии.

Усердным наблюдателем был второй из упомянутых выше астрономов — аль-Баттани. Этот разносторонний ученый считается самым выдающимся арабским астрономом из числа тех, которые были известны в средневековой Западной Европе. Он проводил тщательные наблюдения небесных тел в 877—919 гг. в г. ар-Ракка на западном Евфрате, вблизи Сирии, и на основе собственных наблюдений внес поправки в многие численные данные Птолемея, а для пяти планет привел величины отношений между наибольшим и наименьшим удалением от Земли, отличающиеся от приведенных аль-Фаргани. Таблицы положений планет, составленные аль-Баттани, пользовались в средние века высоким авторитетом. В теорию движения планет, разработанную Птолемеем в «Математике синтаксис», аль-Баттани никаких существенных изменений не внес; не был он также и сторонником теории трепидации, проповедуемой Табитом ибн Курра.

В X и XI вв. в связи с возникновением и развитием халифатов в Египте и южной Испании там начали создаваться научные центры, оказавшие большое влияние на развитие европейской астрономии. Особенно важную роль сыграли в Европе в период возрождения астрономии в XV в. труды арабского оптика и аст-

ронома, жившего на рубеже X и XI вв., по имени Ибн аль-Хайтам (Альхазен, как называли его в средневековой Европе). Альхазен был родом из Басры в Месопотамии, но преподавал в Каире. Он разработал и представил в законченном виде модель строения Вселенной, имеющую шарообразную форму и состоящую из 9 сферических оболочек, плотно, без зазора пригнанных друг к другу и могущих скользить одна по другой. Внутри каждой из этих оболочек помещаются меньшие оболочки, несущие на себе планеты. Число оболочек было подобрано таким образом, чтобы комбинация их равномерных вращательных движений вокруг различных осей могла объяснить наблюдаемое движение планет по небу. В общей сложности модель Альхазена содержала 47 взаимно соприкасающихся сфер.

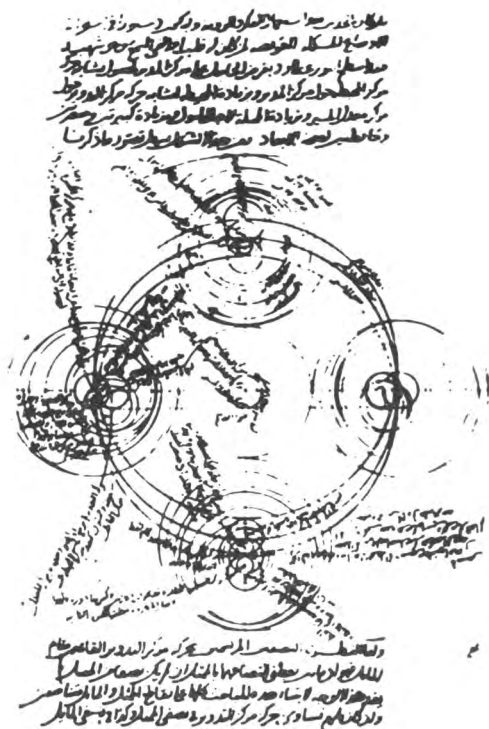
Среди мусульманских астрономов Кордовы в южной Испании самой замечательной фигурой был в XI в. аз-Заркали, известный в средневековье под именем Арзахеля (1029—1087). Он усовершенствовал астролябию, а кроме того, на основе собственных наблюдений и наблюдений других астрономов из Испании — как мусульманских, так и еврейских — составил таблицы положений планет, известные под названием «Толедских таблиц».

В XII в. некоторые мусульманские астрономы из Испании выступили с критикой птолемеевой концепции эксцентров и эпициклов. Это было связано с распространением среди мусульманских ученых философии Аристотеля и обусловлено противоречиями между наблюдаемыми положениями планет и предсказываемыми теорией Птолемея. Возродилась концепция концентрических сфер, восходящая еще к Евдоксу, то есть к

IV в. до н. э. Известно, что эта концепция одобрялась Аристотелем, а из мусульманских философов ее поддерживал великий Ибн Рушд, прозванный европейцами Аверроэсом (1126—1198).

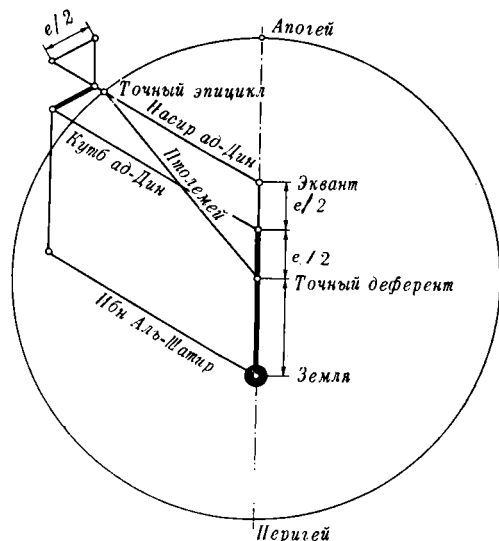
Теорию движения планет в рамках концепции концентрических сфер разработал астроном по имени аль-Битруджи (по-латыни — Альпетрагий, ум. ок. 1204 г.), однако действительным ее автором был, как можно думать, учитель аль-Битруджи — Ибн Туфайль (ум. в 1185 г.). Исходной предпосылкой этой теории было предположение, что движение всех небесных тел происходит с востока на запад с различными скоростями. Чтобы объяснить наблюдаемое движение Солнца, Луны и планет с запада на восток на фоне звезд, аль-Битруджи предположил, что быстрее всего — за сутки — совершает полный оборот вокруг Земли сфера неподвижных звезд; чем ближе к Земле расположена планетная сфера, тем более медленное движение ей присуще. Поэтому медленнее всего обращается вокруг Земли с востока на запад лунная сфера, так как она расположена ближе всего к Земле.

После того, как мусульманские княжества южной Испании были завоеваны христианами, астрономические исследования начали приходить в упадок. Однако это не было еще концом мусульманской астрономии: новые центры астрономической мысли возникли в Передней и Средней Азии. В 1258 г. Месопотамия была завоевана монголами под предводительством Гулагу-хана, внука Чингис-хана, который окончательно ликвидировал Багдадский халифат и основал новую династию Ильханидов. Уже в первые годы своего правления Гулагу-хан проявил себя как покровитель астрономии, предназна-



Модель планетной системы по рукописи Туффа

чив крупные денежные средства на сооружение и содержание новой астрономической обсерватории. Организатором ее стал один из самых выдающихся мусульманских астрономов, перс Насир ад-Дин аль-Туси (1201—1274). Эта обсерватория была построена в местечке Марага в иранском Азербайджане, к востоку от озера Урмия (теперь оз. Резайе) и к югу от Тебриза. Обсерватория была хорошо оборудована инструментами для астрономических наблюдений; кроме того, там имелась огромная библиотека, состоявшая, по некоторым сведениям, из 400 000 рукописей.



Сопоставление четырех моделей планетной системы: Птолемея, Ибн аль-Шатира, Кутб ад-Дина и Насир ад-Дина (показаны эквант и центры вспомогательных кругов).

В обсерватории в Мараге аль-Туси собрал большое количество астрономов из разных стран — от Китая на востоке до Испании на западе. Согласно желанию Гулагу-хана, в Мараге проводились систематические наблюдения положений планет с целью составления новых таблиц, и в конце концов эта цель была достигнута. Новые таблицы получили название Ильханидских.

Однако крупнейшей научной заслугой Насир ад-Дина аль-Туси является создание им совместно со своими учеными новой геометрической теории движения планет. Не вдаваясь здесь в сложные геометрические рассуждения астрономов, принадлежащих к школе Насир ад-Дина аль-Туси, необходимо лишь отметить, что они строго придерживались принципа наложения равномерных вращательных движений, ис-

пользуя при этом специально подобранные пары векторов, введенные Насир ад-Дином. Вершиной достижения этой школы стала теория дамасского астронома Ибн аль-Шатира, жившего в середине XIV в. Модель движения пяти планет, разработанная Ибн аль-Шатиром, не содержала ни эксцентров, ни эпициклов, поскольку все основные радиусы главных окружностей были проведены с Земли как из центра, а с этими радиусами были связаны векторные пары Насир ад-Дина. Таким образом Ибн аль-Шатир, отказавшись от эквантов и строго придерживаясь принципа сложения равномерных вращательных движений, близко подошел к геометрической концепции, которую позже использовал Николай Коперник (см. рисунок).

Шеренгу выдающихся мусульманских астрономов замыкает внук знаменитого Тамерлана, монгольский правитель Самарканда Улугбек (1394—1449) вместе с сосредоточившейся вокруг него астрономической школой. Он основал в Самарканде астрономическую обсерваторию, главным инструментом которой был гигантский секстант с дугой окружности радиусом 43 метра. В этой обсерватории Улугбек вместе со своими сотрудниками производил тщательные наблюдения положения небесных тел, в особенности звезд и планет. После убийства Улугбека в 1449 г. основанная им астрономическая обсерватория была уничтожена, что ознаменовало конец средневековой мусульманской астрономии.

Огромной заслугой мусульманских астрономов было обогащение науки новыми наблюдательными данными из различных разделов астрономии, однако в первую очередь мы обязаны им сохранением научного наследия древнегреческих ученых. Это из

их рук получила пробуждающаяся для научной жизни средневековая Европа богатейшее наследие научных достижений древнего мира. Можно было бы задаться вопросом, почему мусульманские астрономы, замечая недостатки геоцентрической системы Птолемея, не пробовали заменить ее лишенной этих недостатков гелиоцентрической системой, что было сделано лишь Коперником? По-видимому, на страже геоцентризма стоял ислам, так как религию трудно было примирить с иным мировоззрением, а кроме того, его охраняла астрология, пользовавшаяся столь широким при-

знанием среди магометанских ученых.

Хотя мусульманские астрономы в своих принципиальных взглядах на строение Вселенной не были оригинальны — в большинстве своем они лишь развивали геометрические рассуждения, содержащиеся в «Альмагесте» и «Гипотезах планет» Птолемея, — тем не менее благодаря своим математическим изысканиям и астрономическим наблюдениям они явились связующим звеном между великим научным наследием древности и возникающей в Европе средневековой астрономией.



6. СРЕДНЕВЕКОВАЯ ЕВРОПА

...большинство писавших согласны в том, что Земля покоится в середине мира, и они считают противоположное мнение недопустимым и даже достойным осмеяния.

Н. Кюперник «О вращениях». Книга I, глава V

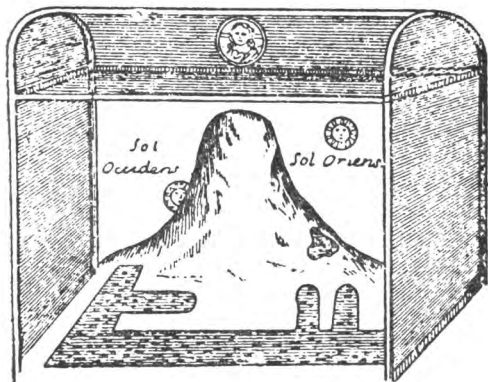
В то время, когда арабы овладевали достижениями греческой науки, Европа была погружена во тьму раннего средневековья. Европейские народы, входившие в состав прежней Римской империи, только начали выходить из состояния хаоса, в который они были ввергнуты после ее падения в конце IV в. Западная часть некогда могущественной империи, опирающейся на уже изживающий себя рабовладельческий строй и раздираемой внутренними противоречиями и бунтами, окончательно распалась в V в. под напором варварских германских племен. Крушение этой мощной общественно-политической системы привело, кроме всего прочего, к упадку античной науки и культуры, чему в решающей степени способствовало молодое и нетерпимое христианство, борющееся против всего, что было связано с язычеством.

Здесь необходимо, однако, заметить, что в западной и восточной частях Империи сложилась различная ситуация. Восточная ее часть сумела устоять перед набегами варваров и сохранить государственное существование в качестве Восточной, или Византийской, империи, что позволило поддерживать определенную преемственность греческой культуры и науки, хотя на их стиль уже наложило свой отпечаток христианство. Разу-

меется, нельзя также забывать, что в V в. был окончательно разгромлен старинный научный центр в Александрии, а в следующем столетии император Юстиниан (483—565) закрыл последнюю языческую философскую школу в Афинах, но все же достижения греческой науки в области естествознания, в том числе и в области астрономии, были сохранены. Особая заслуга принадлежит в этом научным центрам в Византии и Трапезунде*.

Тем не менее византийской науке недоставало того творческого размаха, который был характерен для науки греческой. Несомненно, ее плодотворному развитию препятствовало перенесение центра тяжести философских изысканий на теологические проблемы. Именно этот крутой поворот к вопросам религии привел к тому, что хотя в принципе достижения греческой астрономии и сохранились, но возродились также примитивные, ненаучные взгляды. В 535 г. александрийский монах, а до этого купец и путешественник, Косьма Индикоплевст (или Индикоплов), написал со-

* Трапезунд — портовый город на юго-западном побережье Черного моря. После того как в 1204 г. крестоносцы образовали из Константинополя и его окрестностей Латинскую империю, Трапезунд стал столицей Трапезундской империи.



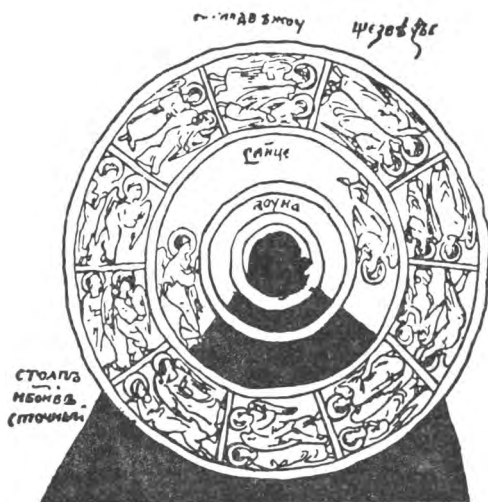
Строение Вселенной по Космье Индикоплевсту

чинение под весьма знаменательным названием — «Христианская Топография Вселенной, основанная на свидетельстве Священного Писания, в котором христианину не должно сомневаться». В основу изложенных там «научных» сведений Индикоплевст положил Библию, утверждая, что «нельзя верить светской науке, полагающей, что с помощью разума можно постичь Вселенную». Полученная в результате картина мира была чрезвычайно примитивной: Земля была не только плоской и неподвижной, но еще и прямоугольной, в середине ее помещалась, как и подобает «святой земле», Палестина, а на севере возвышалась огромная гора. Все небесные тела обращались вокруг Земли, но никогда не опускались ниже ее уровня, а только скрывались за этой горой, причем сферы, по которым они двигались, приводились во вращение специальными ангелами. Весь этот мир был ограничен с боков вертикальными стенками, а сверху прикрыт небесным сводом — получалась как бы гигантская коробка, на дне которой лежала Земля. На самом верху располагался Бог, неуспынно

наблюдающий за всем миром. Эта модель напоминает описанную выше примитивную вавилонскую картину мира, что не является ни удивительным, ни случайным, так как евреи — выходцы из Месопотамии — должны были вынести оттуда основные представления о мире, которые после некоторой модификации попали в Библию.

Хотя взгляды Космье Индикоплевста и не сумели заслонить собой астрономическое наследие древних, они поддерживались церковными властями и оказались поэтому весьма живучими. Любопытно, что даже спустя тысячелетие они продолжали бытовать в России, где православная церковь имела решающий голос в вопросах мировоззрения и науки.

В значительно худшем положении находилась наука в западной части бывшей Римской империи, тем более что прежде здесь, по сути дела, вообще не было научных центров. Древние римляне не слишком интересова-



Строение Вселенной по Космье Индикоплевсту. Сферы, приводимые в движение ангелами

лись наукой как таковой, обращая внимание главным образом на ее практические применения. В результате у них имелись достижения в области государственной организации, юриспруденции, строительства, а также в различных областях техники, в то время как единственным римским достижением в области прикладной астрономии было упорядочение календаря, произведенное Юлием Цезарем в 46 г. до н. э. Сам Цезарь выступил здесь всего лишь в роли законодателя, так как идея нового календаря [впоследствии названного юлианским. — *Перев.*] принадлежала александрийскому астроному Созигену, а все предприятие представляло собой пример типично римского использования науки для практических целей. Однако даже эта наука пострадала от набегов варваров-германцев, несших с собой на земли Империи дезорганизацию и хаос. Потребовалось несколько столетий, чтобы из этого хаоса возникли зримые черты нового общественного порядка. Под влиянием покоренных народов варвары начали приобщаться к цивилизации, а их смешивание с коренным населением положило начало процессу формирования новых наций и новых народов. Одновременно завершился начавшийся еще в эпоху упадка Римской империи процесс смены изжившего себя рабовладельческого строя более прогрессивным феодальным строем. Начали также возникать и крепнуть новые государственные структуры, что в эпоху многочисленных войн и волнений, связанных с переселением народов, было долгим и трудным процессом.

Вторым — и главным — фактором, подрывавшим науку, была церковь, которая с самого начала средневековья держала в своих руках контроль над уровнем умственного разви-

тия общества. В руководстве церкви господствовало мнение, что наука не только не нужна, но даже вредна, поскольку служит земной жизни, затрудняя тем самым достижение вечного блаженства, в то время как для христианина важнейшей целью является именно вечное блаженство. В этой ситуации человеку должно быть довольно Священного Писания, равно как и содержащихся в нем сведений о мире, причем их абсолютная достоверность не вызывала ни малейших сомнений. Одновременно провозглашалось неверие в возможности человеческого разума, для которого, якобы по причине его несовершенства, окружающий мир навсегда останется непознаваемым. Если человек хотел заслужить вечное блаженство, то в этом ему должны были помочь смирение духа и терпеливое перенесение всех тягот и невзгод земной жизни. Разумеется, навязывание такого подхода к жизни укрепляло всеслие церкви и способствовало сохранению феодальной эксплуатации.

Подобные взгляды начали складываться еще до падения Римской империи. Уже Люций Целий Фирмиан, прозванный Лактанцием (ок. 250—ок. 320), выдающийся христианский писатель и теолог, основываясь на Библии, осмеивал «языческое» утверждение, что Земля имеет форму шара, и боролся против него. Лактанций отстаивал концепцию плоской Земли, а само исследование окружающего мира называл «дурным и бессмысленным» занятием. Характерным для подобного подхода является следующее высказывание об ученых, принадлежащее раннехристианскому историку Эвзебию (ок. 263—ок. 340): «Мы столь низко ценим то, чем они восхищаются, отнюдь не по незнанию предмета, но потому, что мы презираем их тщетный труд, обращая наши

души к предметам более возвышенным». А Василий Кесарийский (ок. 330—379) открыто провозглашал: «Нас не интересует, является Земля шаром или цилиндром, или же диском, или же, наконец, она вогнута в середине, подобно вееру».

В такой атмосфере появилась доктрина, ставшая философской основой отношения средневековой церкви к науке — августинизм. Автором ее был выдающийся теолог и философ, блаженный Августин (354—430). Опираясь на неоплатонизм, являющийся эллинистическим видоизменением идеалистической философии Платона, он признавал безусловную зависимость мира и человека от бога, а также необходимость безусловного повиновения божественным повелениям, провозглашаемым через церковь. Это было равносильно полному подчинению власти церкви во всех случаях жизни. Главной целью человеческого разума Августин считал познание бога и собственной души, а исследование окружающего мира ради него самого порицал как грех праздного любопытства. Разумеется, такая философия лишала науку возможности развиваться.

Не удивительно поэтому, что презрение и неприязнь, питаемые церковью к такой «языческой выдумке», как научные исследования, нередко приводили к уничтожению результатов этих исследований. Так, римский император Валент (328—378) в 373 г. отдал приказ о сожжении всех нехристианских книг. В VI в. в Риме по распоряжению папы Григория I (590—604) была сожжена библиотека при храме Аполлона Палатинского, содержащая бесценные творения древних философов. Подобные случаи имели место, к сожалению, и в последующие столетия. Например, крестовосцы, взяв в 1109 г. Триполи,

сожгли там более 100 000 магометанских научных сочинений, а после того, как в 1204 г. ими хитростью был захвачен Константинополь, они сожгли сотни сохранившихся до того времени произведений античных авторов, причинив тем самым непоправимый ущерб науке и культуре. Даже в XV в. испанцы, окончательно освобождая свою страну из-под владычества мусульман, сжигали их библиотеки. Великий инквизитор, кардинал Франсиско Хименес (1436—1517) велел сжечь в Гренаде 24 000 книг.

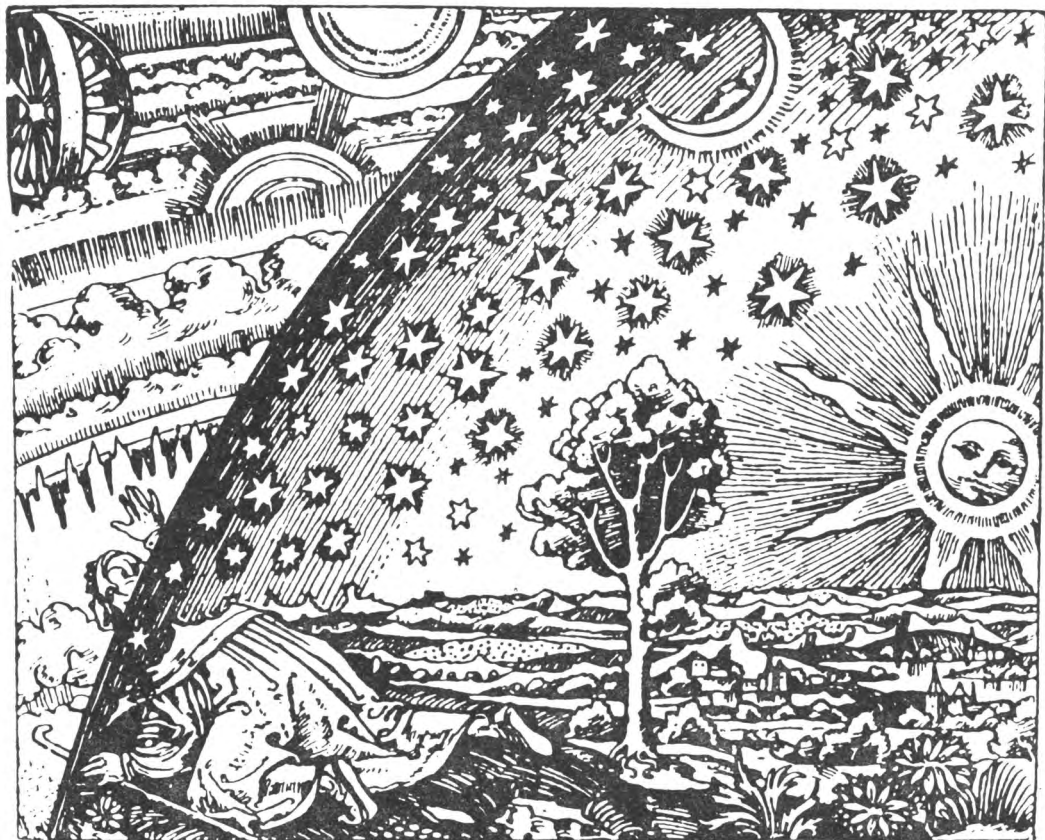
Итак, из всего сказанного явствует, что атмосфера, созданная церковью в раннем средневековье, привела к полному упадку уровня умственного развития общества. Феодал был почти так же невежествен, как и его простой подданный, а неграмотность была обычным явлением. К просвещенной прослойке общества относились только высшее духовенство, но и оно по сравнению с античными интеллектуалистами стояло на крайне низком уровне. Тем не менее именно духовенство, а в особенности монастыри, стали единственным средоточием просвещения в море всеобщего невежества. Однако и в этих кругах наука культивировалась в весьма ограниченных пределах, поскольку там занимались главным образом теологическими и философско-религиозными проблемами, а светской наукой — лишь постольку, поскольку она могла быть пригодной религии или церкви, или если она могла найти практическое применение в повседневной жизни. Таким образом, наука превратилась в служанку церкви, причем выходить за рамки этой роли ей было запрещено.

К наукам, могущим иметь практическое применение, относилась и астрономия, вернее, ее жалкие остат-

ки, — она была необходима для календарных, а следовательно и церковных, целей. К сожалению, сведения миссии науки к решению узко практических задач отнюдь не способствовало ее развитию. Возродились наивные представления древних о плоской Земле, причем, что гораздо более существенно, эти представления не исчезли полностью даже к концу средневековья. Общеизвестно наивное средневековое изображение мира, представляющее плоскую Землю, прикрытую полукруглой небесной сферой. Слева мы видим путе-

шественника, который достиг того места, где «Земля сходится с небом», и теперь находится «на краю света». Высунув голову через отверстие в небесной тверди, он изумленно смотрит на таинственную и запутанную механику небесных сфер.

Состояние как астрономии, так и других точных наук начало улучшаться только в XII в., причем это произошло благодаря интересу, проявленному к науке мусульманских народов европейскими учеными. Некоторые из них отправлялись в арабские государства, главным образом в



Наивное средневековое представление о мире

Испанию или на Сицилию, где изучали труды арабских ученых и сохранные арабами древнегреческие сочинения. Более других здесь заслуживает упоминания итальянский ученый Жерар из Кремоны (1114—1187). Он ездил в Толедо, где отыскал множество различных научных произведений и занялся их переводом с арабского языка на латынь. В первую очередь он перевел «Альмагест» — перевод этого произведения непосредственно с греческого оригинала, появившийся несколько раньше на Сицилии, был еще мало известен. Затем были переведены сочинения Евклида, Аристотеля, Архимеда и других древних ученых. В это же время в результате уже упоминавшегося оживления духовной жизни возникли первые университеты: в Болонье (1119), Равенне (1110—1130), Париже (1200), Кембридже (1209), Оксфорде (1214), Падуе (1222) и Неаполе (1224). Этому процессу благоприятствовала стабилизация политического и экономического положения. Европейские государства окрепли, а непосредственно угрожавшая им опасность не только исчезла, но даже сменилась периодом успешного контрнаступления против экспансии ислама. Укреплению и консолидации христианского лагеря способствовала также деятельность папы Григория VII (1073—1085), который усовершенствовал организацию церковной иерархии и сумел добиться превосходства церкви над светской государственной властью.

Эта сильная и централизованная церковная власть могла теперь с еще большей легкостью контролировать духовную жизнь общества, однако до поры до времени церковь в принципе не препятствовала распространению арабско-греческой науки, хотя философия Аристотеля и была запрещена

до середины XIII в. Этот запрет, однако, был отменен, когда доминиканец Альберт фон Больштедт, известный как Альберт Великий (род. в 1193, 1206 или 1207 г., ум. в 1280 г.), и его ученик св. Фома Аквинский (1225—1274) сумели приспособить эту философию к христианской теологии. В области гносеологии ими был выдвинут принцип относительной независимости естественных наук от теологии, утверждавший, что обе эти дисциплины трактуют один и тот же предмет, но с двух различных точек зрения. Тем не менее естественные науки не могли вступать в противоречие с религией. Таким образом, для проведения естественнонаучных исследований открылись новые возможности, но одновременно был воздвигнут барьер, не допускавший свободного и раскрепощенного развития естествознания. Несмотря на то, что это ограничение сильно отразилось на поступательном движении науки, дав церкви основания для вмешательства в чисто научные вопросы, новая философия была по сравнению с августинизмом чрезвычайно прогрессивной. Благодаря ей естествознание получило определенную базу для своего дальнейшего развития и со временем не только доросло до принятия аристотелизма, но и сам Аристотель вырос до размеров крупнейшего авторитета средневековой схоластической науки. Здесь стоит уделить несколько слов самой средневековой схоластике и ее специфическому характеру. Представитель схоластической науки не был, по сути дела, самостоятельным исследователем природы: главные его усилия были направлены на овладение соответствующим количеством сведений, комментирование и ведение ученых диспутов. В естественных науках исходными пунктами служили в первую

очередь факты и утверждения, приводимые древними учеными, главным образом Аристотелем, а самостоятельные эксперименты почти совсем не проводились. Интерпретация фактов не выходила за пределы привычных схем, в результате чего новые идеи и попытки нового подхода к окружающему миру были редкостью. О законах природы было по-прежнему известно настолько мало, что средневековому человеку все казалось возможным в окружавшем его удивительном и чудесном мире. Такое положение привело к тому, что естественнонаучные знания граничили чуть ли не с магией, а некоторые выдающиеся ученые вырастали в глазах последующих поколений почти до уровня чернокнижников и чудотворцев.

Важную роль в становлении европейской астрономии сыграли появившиеся в ту эпоху многочисленные переводы на латынь сочинений арабских ученых. В первую очередь здесь необходимо назвать уже упоминавшиеся труды Ибн аль-Хайтама, Ахмеда аль-Фаргани (Альфрагануса) и аль-Битруджи (Альпетрагия), написанные скорее под влиянием «Гипотез планет», чем «Альмагеста» Птолемея. Вместе с латинским переводом «Толедских таблиц» аз-Заркали (Арзахеля), выполненным Жераром из Кремоны, получила широкое распространение теория трепидации. В результате появления большого количества переводов с арабского и установления научных контактов среди европейских ученых получили также широкий отклик арабская критика теории Птолемея и возрождение в арабской науке концепции концентрических сфер Аристотеля. В значительной степени этому способствовал Мухаммед Ибн Рушд (Аверроэс), сторонник философии Аристотеля,

пользовавшийся в средневековье большим авторитетом. Тем не менее большинство европейских астрономов склонялось к теории Птолемея.

Заимствованные у арабов греческие представления о строении Вселенной распространялись довольно быстро, о чем можно судить хотя бы по «Божественной комедии» Данте (1265—1321). Мы находим там описание системы девяти хрустальных сфер, окружающих Землю и несущих на себе небесные тела: по семи первым сферам обращаются Солнце, Луна и планеты, причем планеты помещаются на меньших сферах, движущихся по поверхности основных сфер: к восьмой сфере прикреплены звезды, а все это заключено в девятую сферу, приводящую в движение все остальные. В этой модели долгий мир, то есть все находящееся на Земле и в околоземном пространстве, состоит из уже известных нам элементов — земли, воды, воздуха и огня, а горний, то есть небесный, мир — из эфира. Нетрудно обнаружить здесь влияние взглядов Аристотеля. Однако это еще не все: в рассмотренной картине имелась еще одна деталь, чрезвычайно типичная для наивных средневековых представлений, а именно: каждой сфере был придан ангел, неусыпно следящий за ее движением, причем чем выше помещалась сфера, тем более высокую ступень в небесной иерархии занимал соответствующий ангел. С одной стороны, это напоминало примитивные представления Косьмы Индикоплевста, а с другой — описанная выше небесная ангельская иерархия являлась отражением иерархий феодальной.

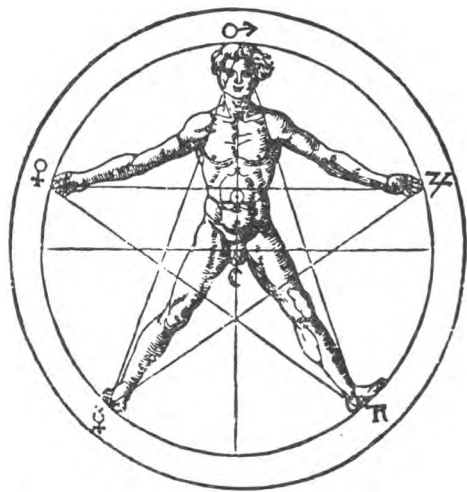
Вместе с астрономией проникала в Европу и астрология, которая благодаря низкому уровню умственного развития общества нашла здесь благоприятную почву. Надо сказать, что

церковь выступала против астрологии, но, несмотря на это, астрология по-прежнему процветала. По всей вероятности, борьба с астрологией была лишь видимостью, если нередко ею занимались даже при дворах высшего духовенства. В такой атмосфере астрологическая деятельность приобретала все более и более широкий размах, а в XIV и XV вв. развитие астрологии в Европе достигло своего апогея.

Распространению астрологии в средневековье содействовала вера в то, что человеческие судьбы подвержены влиянию сверхъестественных сил, но прежде всего этому способствовала геоцентрическая система, в которой Земле были подчинены все небесные тела.

Насколько же странными и абсолютно ни на чем не основанными были астрологические предрассудки! Люди верили, например, что Солнце, Луна и планеты влияют на ход событий на Земле, что каждому из этих небесных тел соответствует свой день недели* и что каждое из них управляет определенной частью человеческого тела. Этот последний предрассудок привел к тому, что средневековая медицина, вместо того чтобы опираться на естественнонаучные представления, нередко использовала в числе своих методов астрологические манипуляции. Считалось, что влиянию небесных тел подчиняются даже различные части ладони, что послужило основой для возникновения хиромантии. Способность влиять на человеческие судьбы приписывалась также знакам Зодиака, в особенности прохождению Солнца, Луны и планет

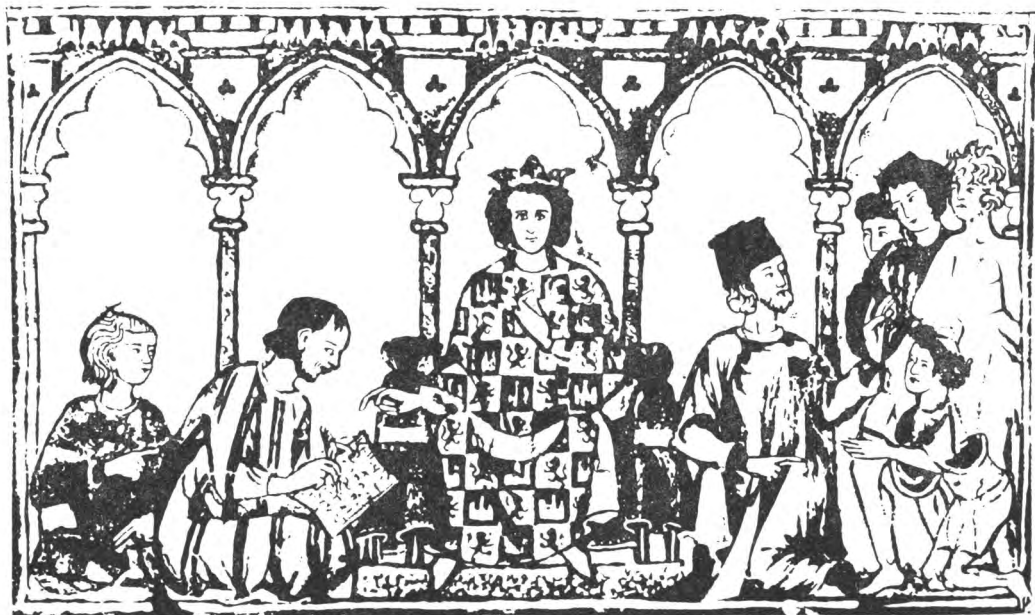
* Точнее, каждым часом суток управляла определенная планета и каждый день недели получал название от планеты, управляющей первым часом этого дня. — *Прим. перев.*



Взаимосвязь между различными частями человеческого тела и планетами, согласно астрологическим представлениям

через отдельные зодиакальные созвездия, и на этой основе делались астрологические предсказания — составлялись прогнозы и гороскопы.

Здесь, однако, следует заметить, что астрология, которую в те времена иногда называли «практической астрономией», дополняла собой «собственно астрономию», задачи которой сводились главным образом к расчетам движения небесных тел и предвычислению их положений — для того, чтобы облегчить составление астрологических предсказаний. В настоящее время мы не воспринимаем астрологию как науку, даже наоборот — считаем ее предрассудком, но в эпоху позднего средневековья даже высокообразованные люди относились к ней совершенно по-другому. Законы физики были не известны, и, кроме того, люди были уверены, что законы, познанные на Земле, не могут относиться к небесным явлениям. Тем не менее господствовало всеобщее убеждение, что совершенные и божествен-



Альфонс Мудрый в окружении своих ученых. Миниатюра 1283 г. (Эскуриал)

ные небесные тела, будучи сопричастными Земле, оказывают непреодолимое влияние на все происходящие на ней события. Именно поэтому астрология являлась как бы венцом всей астрономии; науке это приносило пользу, так как благодаря астрологии развивались астрономические наблюдения за положением планет на небе. Кроме того, не следует забывать, что нередко занятия астрологией были источником существования для настоящих астрономов.

Уже в средневековье было замечено, что наблюдаемые положения планет отличаются от вычисленных по таблицам Птолемея. Это было, разумеется, следствием не только не слишком большой точности числовых данных Птолемея, но и того факта, что после него прошло уже столько веков, что даже относительно неболь-

шие неточности могли за это время превратиться в значительные расхождения. Таким образом, возникала необходимость внесения поправок в уже существующие таблицы движений планет, причем в средневековой Европе этот вопрос стал на повестку дня уже в период освоения арабско-греческой астрономии. Выдающиеся заслуги здесь принадлежат королю Леоны и Кастилии Альфонсу X (1226—1284), прозванному Мудрым, большому почитателю и покровителю наук и искусств. Отвоевав у мавров Толедо, он собрал там целый ряд еврейских и христианских ученых, которые под его опекой и руководством переводили на латынь сочинения по астрономии, истории и праву.

Из таблиц движения планет, составленных мусульманскими астрономами, наибольшее значение для

развития европейской науки имели «Толедские таблицы» аз-Заркали. На их основе еврейские ученые Иегуда бен Моше Коген и Исхак бен Саид Хасан составили новые астрономические таблицы, назвав их в честь своего повелителя и покровителя «Альфонсинскими таблицами» и приведя к 1252 г. — первому году правления Альфонса X. Подобно своему прототипу, эти таблицы были основаны на теории трепидации — впрочем, в то время эта теория была в Европе общепринятой. От первоначального испанского текста сохранилось только введение; уцелели лишь латинские рукописи. Тот вариант «Альфонсинских таблиц», который получил столь широкое распространение в Европе в XIV и XV вв., был составлен в Париже в 1320 г. и отличался от оригинала.

Альфонс X опубликовал также большой трактат, основанный на арабских источниках и озаглавленный *Libros del Saber* [Книги мудреца], который был энциклопедией всей тогдашней астрономии.

Другой замечательной фигурой того времени был Джон Холивуд (Холибуш), известный под латинизированным именем Сакробоско. Он был родом из Галифакса в Англии, но работал в Париже, где и умер в 1250 г. Его *Tractatus de sphaera mundi* [Трактат о сфере вселенной] содержал элементарное изложение астрономии, причем особое внимание уделялось рассмотрению суточного движения небесной сферы. Этот трактат пользовался чрезвычайной популярностью и еще в XVI в. являлся одним из основных учебников астрономии, однако не представлял собой оригинального сочинения, так как его содержание было заимствовано из произведений аль-Фаргани и аль-Баттани.

Еще одним выдающимся ученым той эпохи был философ и естествоиспытатель Роджер Бэкон (род. между 1210 и 1215 гг. — ум. ок. 1294 г.), деятельность которого протекала в Париже и Оксфорде. Хотя он исходил из августинизма, но тем не менее признавал важность и значение естественных наук. Борясь против различных схоластических авторитетов, он придавал основополагающее значение экспериментам и математическим доказательствам. Познание Бэкон понимал как непрерывный и бесконечный процесс: «Истину, — писал он, — мы будем искать до самого конца света, ибо ничто не совершенно в умах человеческих». Ему пришлось работать в трудных условиях, подвергаясь гонениям со стороны властей ордена францисканцев, к которому он принадлежал, и положение его улучшилось лишь во время кратковременного понтификата папы Климента IV (1265—1268), который был его горячим сторонником. По поручению и под опекой папы Бэкон в 1267 г. написал свои важнейшие произведения, к которым относятся *Opus maius* [Большое сочинение], *Opus minus* [Малое сочинение], *Opus tertium* [Третье сочинение]. Несмотря на то что Бэкон пытался строить свое учение, опираясь на августицизм, его взгляды раздражали консервативных ученых и церковные власти, тем более что тон его работ был самоуверенным и вызывающим. Поэтому, после того как в 1268 г. он лишился покровителя, но не перестал отстаивать свои убеждения, его бросили в тюрьму, где он провел 14 лет и откуда вышел в 1292 г., будучи уже 80-летним стариком. Хотя Роджер Бэкон и не был астрономом, его прогрессивная концепция, рассматривающая в качестве фундамента науки эксперименталь-



Арабский пояс Зодиака

ные и математические методы, прокладывала дорогу новому образу мыслей и была воспринята в эпоху Возрождения. Подводя итог, нужно заметить, что средневековые не внесло в астрономию ни одной новой идеи, а его единственным завоеванием был наступивший после периода упадка духовной жизни возврат к основным достижениям греческой астрономии, обогащенной некоторы-

ми элементами арабского происхождения.

Итак, со временем в средневековой науке начали появляться новые, ранее не встречавшиеся черты. Хотя для ученых того времени по-прежнему главной целью было овладение определенным запасом знаний, а по возможности и целой отраслью знаний, то все же самые выдающиеся из них стремились свести эти знания в

логичную и единую систему. Разумеется, основой науки продолжало оставаться учение Аристотеля, но наиболее проникательные умы уже замечали в нем определенные неточности или даже противоречия, или, наконец, ошибки, попадающие в доказательства.

Учение Аристотеля и св. Фомы Аквинского критиковали сторонники номинализма — философского течения, выступавшего в зависимости от места и времени в различных формах. В области естественных наук номиналисты утверждали необходимость познания окружающего мира опытным путем и ставили под вопрос пригодность аристотелевской системы понятий для анализа явлений. Особенно слабым пунктом учения Аристотеля была теория движения. Дело обстояло сравнительно просто, если речь шла о естественных вертикальных движениях — таких, например, как падение какого-нибудь тела. Такое движение Аристотель объяснял стремлением каждого тела занять свое естественное место во Вселенной: именно поэтому камень падал вниз, а огонь, казалось бы, стремился вверх, в находящееся над воздухом царство огня. Но почему летит брошенный камень или выпущенная из лука стрела? Аристотель объяснял это следующим образом: камень движется — следовательно, за ним образуется пустота; а поскольку природа не терпит пустоты, то воздух за камнем сразу же смыкается и толкает его вперед. Такое объяснение, однако, не удовлетворяло критически настроенных номиналистов. Один из них, Жан Буридан (ок. 1300—1358) из Парижского университета, в своей книге *Questiones super octo libros physicorum* [Вопросы к восьми физическим книгам] подверг критике физику Аристотеля. Среди прочего он отбро-

сил приведенное выше объяснение движения тела, введя вместо «ускорения воздухом» понятие «импульса», сообщаемого телу в момент броска. Интересно, что этот принцип он распространил также на небесные тела, полагая, что нет необходимости объяснять их движение непосредственным воздействием ангелов, так как бог, создавая мир, сообщил этим телам соответствующие «импульсы», и с того времени они движутся сами, поскольку отсутствует сила, которая могла бы задержать их движение. Стоит подчеркнуть, что здесь мы уже имеем дело со своего рода прототипом принципа единства законов природы во всей Вселенной. Взгляды Буридана унаследовал его ученик Николай Орезмский (ок. 1320—1382), также связанный с Парижским университетом. Среди различных проблем, которыми он занимался, нас более всего интересуют его изыскания на тему движения. Доказав путем логических рассуждений, что суточное движение небесной сферы может быть объяснено как ее действительным движением, так и вращательным движением самой Земли, он указал на то, что утверждение о возможности движения Земли нельзя опровергнуть никакими аргументами — ни логическими, ни физическими, ни опирающимися на Библию. Для доказательства неподвижности Земли Аристотель приводил в качестве весомого аргумента тот факт, что стрела, выпущенная вертикально вверх, падает на то же место, откуда она была выпущена. Если бы Земля вращалась, то, по мнению Аристотеля, стрела должна была бы упасть к западу от места выстрела, так как во время ее полета Земля повернулась бы на некоторое расстояние к востоку. Николай Орезмский опроверг это утверждение, справедливо указав, что



Средневековая картина мира

в этом случае стрела движется вместе с вращающейся Землей и окружающим ее воздухом и поэтому должна упасть на то же самое место, откуда она была выпущена. Однако он не высказал решительного и четко сформулированного утверждения о движении Земли, хотя и поколебал аргументы, приводимые в доказательство ее неподвижности.

Разумеется, ни Роджер Бэкон, ни Жан Буридан, ни Николай Орезмский еще не создали и не могли создать новой, более совершенной картины мира, но их прогрессивные концепции и требование опираться в науке на экспериментальные и математические методы прокладывали дорогу новому образу мыслей и были восприняты в эпоху Возрождения.

Однако предубеждение, что Земля является неподвижным центром Вселенной, так глубоко укоренилось в сознании людей, что не было даже попыток заменить этот принцип каким-либо другим. В создавшейся ситуации астрономия, несмотря на усилия многих, часто выдающихся ученых, шаг за шагом двигалась в тупик.

Таким образом, проблема стала насущной и требовала радикального решения, но средневековые, скованные узами феодализма и власти церкви, не могло создать для этого надлежащих условий. Эти условия и связанные с ними новые возможности появились только в эпоху Возрождения.

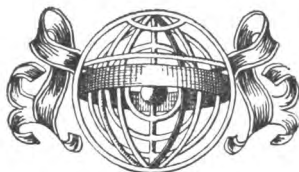


II

РЕВОЛЮЦИЯ

*... Мысли ученого далеки
от суждений толпы,
ибо он ... стремится
во всем к познанию
истины.*

*Н. Коперник
„О вращениях“,
Предисловие*



7. ВОЗРОЖДЕНИЕ

Кто устремляется к высшей цели, тот занимает более высокое место; вернейшее же средство направить взгляд вверх — это изучать великую книгу природы, которая и является настоящим предметом философии...

Галилео Галилей «Диалог о двух системах мира».
Предисловие „К Великому герцогу Тосканскому”

Под конец средневековья в жизни народов Западной Европы произошли существенные перемены. Значительно выросло производство, оживилась торговля, как сухопутная, так и морская, что привело к быстрому обогащению торговых и портовых городов, в особенности итальянских. Параллельно с оживлением торговли и ростом экономической экспансии развернулась географическая экспансия, в которой первенствовали испанцы и португальцы. Инициаторами ее были купцы, которые, неустанно стремясь отыскать все новые и новые выгодные источники сырья и рынки сбыта, уже перестали удовлетворяться мореплаванием и торговлей в пределах средиземноморского бассейна. В связи с этим были начаты поиски морских путей в Индию и Китай, о богатстве которых по средневековой Европе ходили легенды. Эти поиски имели тем более важное значение, что традиционные сухопутные торговые пути в эти страны оказались к тому времени перерезанными турками, захватившими господство над странами юго-западной Азии. Предпринятые экспедиции ознакомили с собой начало эпохи великих географических открытий. В 1492 г. Христофор Колумб (1451—1506), пытаясь отыскать западную дорогу в Индию, открыл Америку, а в 1498 г. Васко да Гама

(1460—1524), обогнув Африку, достиг Индии. Вскоре после этого, в 1519—1522 гг., флотилия под руководством Фернандо Магеллана (ок. 1480—1521), а после его смерти — под командованием Хуана Себастьяна дель Кано (ок. 1460—1526) впервые обогнула Землю. И хотя мысль о шарообразности Земли к тому времени уже не вызывала сомнений среди образованных людей, о чем свидетельствует хотя бы тот факт, что из этой концепции исходил уже Колумб, отправляясь в свою экспедицию, тем не менее первое кругосветное путешествие представляло собой бесспорное доказательство этого положения.

Стремление к покорению новых земель, дух опасности, борьбы и авантюризма были не единственными характерными чертами человека новой эпохи. Производство и торговля, приобретающие все более широкий размах и осваивавшие новые методы, требовали высокой квалификации, прочных знаний, способности к самостоятельному мышлению и трезвому расчету. Выработка этих качеств способствовали, кроме того, торговые связи с мусульманскими странами, обладавшими совершенно иной культурой и экономикой. Определенное значение имело также соприкосновение с византийской и арабской куль-

турой, восходящее еще ко временам крестовых походов.

Все это оказало свое влияние на формирование личности нового человека — предприимчивого, постоянно ищущего новые возможности развития, стремящегося к свободе, весу в обществе и состоятельности, все чаще обращающегося к земным делам, являющимся для него не только источником существования, но также источником жизнерадостности и оптимизма. Такой человек уже не помещался в тесные средневековые рамки, навязанные ему церковью и феодализмом. В борьбе с последними и сформировалось новое идейное течение, получившее впоследствии название гуманизма (от лат. «гуманус» — человеческий, человечный). Ученых, борющихся за освобождение человека от пут средневековья, называли гуманистами. Они выдвигали на первый план мирские дела и человеческие чувства, которыми пренебрегала до того времени церковь, и провозглашали веру в человека и возможности его разума. Наука была для них отнюдь не служанкой церкви, а совершенно самостоятельной дисциплиной, цель которой состояла в познании окружающего мира. В таком подходе уже содержались реальные основы для будущего развития науки и техники, в чем было заинтересовано мещанское сословие, активно развивающее производство и торговлю.

Гуманисты в своей борьбе со средневековым всемогуществом церкви, теологии и схоластики обратились к наследию философов и писателей древности. Надо сказать, что некоторые сочинения и взгляды последних были известны уже в средневековье, однако не по оригинальным источникам, а по обработкам или в изложении средневековых авторов. Гумани-

сты же обращались непосредственно к латинским или греческим оригиналам, тщательно отыскивая все новые и новые произведения. После взятия турками Константинополя (1453) и аннексии Трапезунда (1461) оттуда в Италию переселились многие ученые, которые привезли с собой много ценных древнегреческих рукописей. Сведения, почерпнутые из этой сокровищницы античной мысли, расширяли кругозор и помогали вести борьбу за прогресс и свободу убеждений.

Родиной гуманизма была Италия, однако он быстро распространился по всей Европе, и к борьбе за новую философию, за новое отношение к человеку и к его мыслям присоединились гуманисты из других стран. Одним из них был Эразм Роттердамский (1467—1536), выступавший против схоластической философии и религиозной нетерпимости. Последний лозунг, непосредственно вытекающий из гуманистической идеи о свободе человеческой мысли, был особенно своевременным, так как в эту эпоху всеобщей критики и поисков истины наметились расхождения в толковании Священного Писания, что привело к нарастанию Реформации. Здесь определенную роль сыграли также факты злоупотреблений, пристрастия к роскошной жизни и падения нравов среди многочисленных представителей высшей церковной иерархии, включая пап. Главными деятелями основных течений в движении Реформации были Мартин Лютер (1483—1546), Филипп Меланхтон (1497—1560), Жан Кальвин (1509—1564), а также живший значительно раньше Ян Гус (ок. 1371—1415). Наряду с этими основными течениями имелись и другие, менее существенные, что в целом создавало довольно запутанную картину европейских религиозных группировок. Зачастую религиозно-

философская сторона реформаторских течений была лишь формой, в которую облакались социально-освободительные движения, что особенно отчетливо проявилось в гуситском движении. Единая до того времени католическая Европа оказалась в религиозном отношении до определенной степени раздробленной, что в итоге не могло не оказать влияния на дальнейшее формирование новых идей и мыслей. Дух критики воцарился также в сфере науки и философии. В борьбе со схоластическими и церковными научными авторитетами ученые Возрождения опирались вначале на произведения древних философов, однако вскоре оказалось, что и эти авторитеты сковывают развитие науки. Это стало особенно ясно, когда постепенно начали обнаруживаться несоответствия между утверждениями античных авторов и наблюдаемыми в природе явлениями. Стремление к познанию окружающего мира путем экспериментов и наблюдений привело к попыткам отбросить старые научные авторитеты, в том числе и Аристотеля. Тем самым были заложены основы нового, прогрессивного подхода к исследованию природы, подхода, свободного от всяческих спекулятивных наслоений.

Одним из выдающихся естествоиспытателей того времени был Леонардо да Винчи (1452—1519) — человек исключительно разносторонний, огромный круг интересов которого охватывал наряду с искусством и естественные науки, и технику, причем в последней области его идеи намного опередили эпоху. Среди интересных проектов Леонардо стоит для примера указать парашют, летательную машину, идею метода осушения болот и регуляции русла рек. Многие из этих замыслов, однако, остались лишь на бумаге, поскольку тогда еще

не созрели технические возможности для их осуществления.

В это же самое время Джованни Пико делла Мирандола (1463—1494), занимаясь проблемами философии природы, приходит к целому ряду весьма прогрессивных выводов. Признавая единство окружающего мира, он высказывает вполне современное утверждение, что все во Вселенной происходит согласно закону причинности, то есть каждое явление имеет свою естественную причину, следствием которой оно является. Кроме того, Мирандола выступает против астрологии, утверждая, что небесные тела не могут сверхъестественным образом влиять на человеческие судьбы. Другой итальянский философ, Пьетро Помпонацци (1462—1525), провозглашает полностью материалистическое положение о неразрывной связи мышления с материей и ощущениями, о том, что материальный мир подчиняется только законам природы. Так человек Возрождения освобождался от пут, которыми связывала его опирающаяся на теологию средневековая философия.

Вышеупомянутые изменения в образе мыслей оказывали также влияние на взгляды, относящиеся к положению человека в окружающем его мире. У философов начало зарождаться понимание того, что человек является частью природы и вовсе не обязан быть центральным творением во Вселенной. Начали появляться даже теории, содержащие, хотя и не в виде конкретных утверждений, допущения о возможности движения Земли, причем эти теории основывались на самых различных положениях.

Мысль о вращательном движении Земли высказывал кардинал Николай Кузанский (настоящее имя Николай Кребс, 1401—1464), отвергав-



Николай Кузанский

ший такие тезис о существовании центра Вселенной и упоминавший о ее бесконечности. Необходимо, однако, заметить, что его взгляды основывались вовсе не на научных исследованиях, а на мистических умозрительных построениях. Согласно Николаю Кузанскому, центральное место в мире занимает Бог, а бесконечность Вселенной есть следствие его всемогущества.

В этой бесконечной Вселенной, не обладающей геометрическим центром, все небесные тела, в том числе и Земля, были наделены движением, и, таким образом, Земля не могла находиться в привилегированном положении.

О центральном положении Солнца упоминал Марсилио Фичино (1433—1499), философ и врач, выдающийся последователь и поборник неоплатонизма эпохи Возрождения. Здесь, однако, необходимо заранее оговорить-

ся, что он не принадлежал, вообще говоря, к категории прогрессивных философов-натуралистов, о чем свидетельствует хотя бы его приверженность к астрологии, которую он, как врач, считал основой своего ремесла и различных лечебных процедур. Тем не менее, он выдвинул любопытную концепцию строения Вселенной. Опираясь на взгляды некоторых пифагорейцев, он провозглашал мысль (выраженную, впрочем, довольно общими фразами) о том, что Солнце должно занимать центральное место во Вселенной.

Свою точку зрения он изложил в трактате *De Sole et Lumine de triplici vita*. 1489 [О Солнце и свете, о тройственной жизни], где, явно ссылаясь на пифагорейцев, писал: «В середине мира пифагорейцы поместили обиталище Юпитера, и там же, по всей видимости, был разожжен ими священный огонь Весты*. Поэтому и Землю они отважились называть всего лишь одной из звезд...» С другой стороны, в трактате Фичино «О Солнце» (1502) содержатся высказывания, звучащие как хвалебный гимн: «Солнце — вечное, всевидящее око, высочайшее светило небес, повелевающее небом и Землею, увлекающее и направляющее гармоничный бег светил и всего Мира...»; «Многие из платоников душу Мира помещали в Солнце»; «Наконец, кто не замечает, что Солнце есть образ и наместник Бога в Море, тот воистину никогда не размышлял о ночи и никогда не взирал на восход Солнца...» **.

* Веста (лат.) — богиня домашнего очага у древних римлян (греки называли ее Гестией, см. стр. 28). В храмах Весты всегда должен был гореть священный огонь. — Прим. перев.

** Цит. по изданию J. Wasiutyński. *Kopernik, twórca nowego nieba*, Warszawa. 1938, str. 182.

Из всего сказанного ясно, что взгляды Фичино, равно как и система Николая Кузанского, основывались исключительно на мистических предпосылках, и потому их трудно считать шагом вперед на пути к рациональному познанию окружающего мира, хотя общая идея, на которой основывалась гелиоцентрическая система Фичино, была правильной. Тем не менее само появление такого рода идеи представляло бесспорный интерес и могло служить исходным пунктом для строгих естественнонаучных исследований. Оба приведенных примера убедительно свидетельствуют, насколько далеко сумели интеллектуалисты Возрождения отойти от общепринятых взглядов, освященных многовековой традицией.

Новые взгляды и новые идеи находили широкий отклик в университетских кругах и способствовали развитию этих учебных заведений. На рубеже XV и XVI вв. университеты превратились в центры новых исследований, направленных на изменение привычного мировоззрения. Здесь накапливались и систематизировались материалы наблюдений и экспериментов, совершенствовались уже имеющиеся и создавались новые методы математических исследований.

Исключительное значение для более широкого распространения знаний и новых идей имело появление книгопечатания, изобретенного в середине XV в. Иоганном Гутенбергом из Майнца (род. между 1394 и 1399 гг. — ум. в 1468 г.).

Новые условия привели к повышению требований, предъявляемых к астрономии. Распространение мореплавания на океаны привело к необходимости составления для целей навигации соответственно более точных таблиц, содержащих положения Сол-

нца, Луны, планет и звезд. Поскольку, однако, имевшиеся теории оказались не в состоянии удовлетворить новым, повышенным требованиям, возникла необходимость внесения в них поправок.

Кроме того, оказалось, что существующий календарь также вызывает серьезные возражения и нуждается в реформе.

Все это наряду с мощным развитием свободной мысли эпохи гуманизма и Возрождения привело к значительному оживлению астрономических исследований. Фантастические и наивные рассказы о небесных сферах, вращаемых ангелами, представления о Земле, подобные тем, которые преподносил Косьма Индикоплевст, давно уже уступили место греческо-арабской астрономии, а на почетное место выдвинулся «Альмагест» Птолемея.

Получили широкое распространение космографии, основанные на системе Птолемея, и модели, иллюстрирующие эту систему. Важнейшей задачей астрономов стало теперь объяснение и углубление этой астрономической теории.

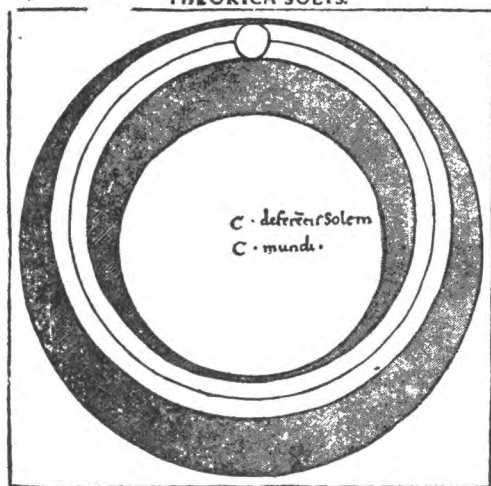
В этом отношении самую громкую и вполне заслуженную славу снискали себе два венских астронома XV в. Георг Пейербах и Иоганн Мюллер, прозванный Региомонтаном.

Георг Пейербах (в латинизированной версии Пурбахус, 1423—1461) был выдающимся гуманистом. Свою деятельность он начал как поэт, писал латинские стихи, однако вскоре стал придворным астрономом короля Чехии и Венгрии Владислава Постума и с того времени остаток своей жизни посвятил науке. В течение года он углублял свои знания в Италии, а после возвращения в Вену принял в 1450 г. кафедру в местном университете.

THEORICAE NOVAE PLANETARVM GEORGII
PVRBACHII ASTRONOMI CELEBRATISSIMI
DE SOLE



Ol habet tres orbes a se inuicem omniuaq; diuisos
atq; sibi contiguos. quoy supmus secundū suplicie
conuexam est mundo concentricus: secundū opia/
uam aut eccentricus. Infim? uero secundū concuā
concentric? sed secundū conuexā eccentricus. Ter/
tius aut i hoy medio lotatus tam secundū suplicie
suā conuexā q̄ concuā est mūdo eccentricus. Dicat/
aut mūdo concentricus orbis cui? centrum est cē/
trum mūdi. Eccentricus uero cui? centrū est aliud
a centro mūdi. Duo itaq; primi sunt eccentrici secundū qd: & uocant? orbes
augem solis deferentes. Ad motum enim eorum aux solis uariatur. Ter/
uero est eccentricus simpliciter: & uocatur orbis solem deferens. ad motum
enim eius corpus solare infixū sibi mouetur. Hi tres orbes duo cētra tenēt.
THEORICA SOLIS.



Страница из «Теорий планет» Пейербаха.

В 1454 г. он начал чтение лекций по теории планет, лекции вызвали большой интерес. Не удивительно поэтому, что, когда эти лекции были в 1460 г. напечатаны под названием *Theoricae Novae Planetarum* [Новые теории планет], они получили всеобщее признание, а впоследствии неоднократно переиздавались и служили в качестве общепринятого учебника астрономии. Основное содержание этого сочинения, опиравшегося на достижения арабской астрономии, было заимствовано Пейербахом из работ Ибн аль-Хайтама. «Новые теории планет» положили начало более серьезным исследованиям движения

планет, проводившимся в XV в. Интересным результатом работы Пейербаха было обнаружение тесной связи между движением планет по эпициклам и периодом кажущегося обращения Солнца вокруг Земли. Таким образом, Пейербах обнаружил, что Солнце занимает особое место среди планет, однако не сделал из этого факта никаких выводов, так как был убежден в справедливости геоцентрической системы и не сумел дойти до предположения о возможном движении Земли.

На молодого, быстро растущего астронома обратил внимание кардинал Виссарион Никейский (ок. 1395—1472), выдающийся гуманист, по происхождению грек. Виссарион был родом из Трапезунда, однако перед падением Византийской империи он переселился в Италию, забрав с собою свою библиотеку с богатым собранием рукописей. Именно он предоставил Пейербаху для переработки греческий текст «Альмагеста»; к сожалению, безвременная смерть астронома прервала эту нужную работу.

Продолжателем труда Пейербаха стал его ученик и друг Иоганн Мюллер (1436—1476), принявший латинское имя Региомонтанус по названию своего родного города Кенигсберг во Франконии (в настоящее время это имя употребляется в форме Региомонтан). Для этого способного математика и астронома был характерен очень подвижный и деятельный образ жизни.

По совету кардинала Виссариона он провел некоторое время в Италии, где встретился с знаменитым астрономом Джованни Бьянкини из Феррары, а после смерти Пейербаха переселился в Венгрию, в Буду, где занял должность библиотекаря короля Матвея Корвина (в венгерском звучании Матиаш Хуньядь, 1443—

1490), покровителя наук и искусств, при дворе которого была в почете астрономия.

В Буде Региомонтан написал трактат по сферической астрономии, носящий заглавие *Tabulae directionum* [Таблицы направлений], а также ставший впоследствии общеизвестным учебник тригонометрии под названием *De triangulis* [О треугольниках...], изданный в 1464 г. В 1471 г. он перебрался в Нюрнберг, славившийся в то время высоким уровнем развития науки и оживленной духовной жизнью, где с помощью богатого патриция Бернарда Вальтера основал астрономическую обсерваторию и начал интенсивные наблюдения. Он также завершил завещанный ему Пейербахом незаконченный труд — новое сокращенное изложение «Альмагеста», которое было опубликовано лишь в 1496 г., через 20 лет после смерти Региомонтана в Венеции под названием *Epytome Joannis De Monte Regio in Almagestum Ptolemaei* [Извлечения из Альмагеста Птолемея...]. Это произведение было встречено в кругах астрономов с большим интересом и сыграло важную роль в дальнейшем развитии астрономии.

Давая общую оценку деятельности Региомонтана, необходимо отметить, что он значительно превосходил других современных ему астрономов и смело может считаться крупнейшим среди астрономов докоперниканской эпохи Возрождения. Сочетая глубокие и разносторонние знания с вдумчивым отношением к фактам, он, как и Пейербах, обратил внимание на особое положение Солнца по отношению к планетам, однако в отличие от своего учителя пытался сделать из этого определенные выводы, о чем свидетельствует имеющееся в одном из его писем упоминание о необходимости учета движения Земли. Долж-



Региомонтан

но быть, это была только зарождающаяся, еще не определившаяся идея, так как она не нашла отражения в опубликованных работах Региомонтана.

Пейербах и Региомонтан занимались также астрологией, и в этом отношении их опять-таки трудно отнести к сторонникам прогрессивного мировоззрения. Однако их крупнейшая и принципиальная заслуга состоит в том, что они дали ясное изложение геоцентрической теории Птолемея и указали на определенные ее недостатки.

Благодаря этим ученым астрономия еще ближе подошла к состоянию, явно требующему коренной реформы этой науки. Правда, надо заметить, что этому способствовала и общая атмосфера эпохи Возрождения, и позиция, занимаемая самими учеными и гуманистами. Кроме того, прогресс в астрономии имел огромное значение для развития представлений о строении и природе окружающего мира — представлений, опирающихся на объективные факты, а не на авторитеты прошлого или рели-

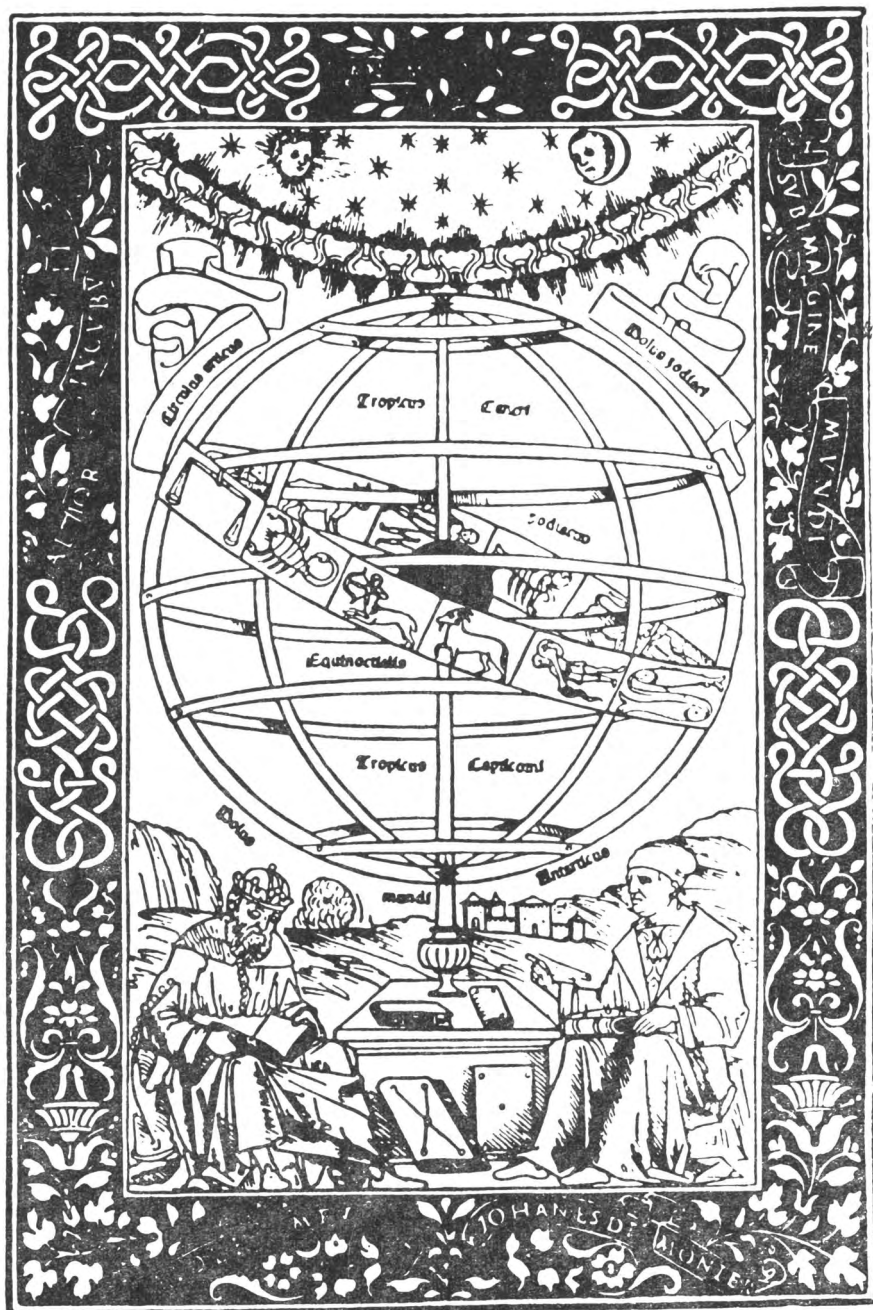


Иллюстрация из «Извлечений...» Пейербаха и Региомонтана

гиозные верования. Разумеется, никакие полумеры, никакие исправления геоцентрического механизма не могли привести к удовлетворительному результату.

Необходима была коренная реформа, а для этого нужен был человек, обладающий критическим и глубоким

умом, который сумел бы проникнуть в самую суть проблемы. И польский народ дал миру именно такого человека, сумевшего удовлетворить познавательные потребности эпохи Возрождения.

Этим человеком был великий польский астроном Николай Коперник.



8. РОДОСЛОВНАЯ КОПЕРНИКА

...вышел из глубин польского народа Николай Коперник, который смел преграды заблуждений и обмана чувств и направил человеческий разум на путь истины...

Я. Снядецкий «О Копернике»

Изучение вопроса о происхождении рода, давшего миру знаменитого астронома, ведет нас в Силезию, в Нысский повят*, где находится деревня Коперники. Она-то и была колыбелью рода, фамилия которогонискала себе непреходящую славу во всем мире. Деревня Коперники (с немецким правом порядком), основанная в 1272 г., в те далекие времена входила во владения епископа вроцлавского. Во избежание недоразумений поясним, что термин «деревня с немецким правом порядком» отнюдь не означает (как утверждают некоторые немецкие националисты), будто она населена немецкими колонистами. Деревнями с немецким правом порядком принято называть деревни, организационная структура которых копирует традиционную структуру немецкой деревни. Что же касается немецких колонистов, то они действительно встречались еще в XIII в., но в окрестностях Нысы, как, впрочем, и во всей Силезии, население по своему этническому составу было польским.

В XIV и XV вв. многочисленные представители рода Коперников встречались в различных польских городах, сначала в Силезии, а затем и в других краях. Правда, фамилии

их не всегда совпадали по написанию, что в ту пору отнюдь не было редкостью. Тем не менее происхождение всех Коперников не вызывает сомнения, хотя они могли и не состоять в кровном родстве между собой. Известно, например, что в Нысе жил Петр Коперник, а во Вроцлаве при костеле св. Яна был служителем алтаря Ян Коперник, сын Николая, старосты деревни Коперники. Во Вроцлаве в костеле св. Креста похоронен викарий при вроцлавской кафедре Станислав Коперник по прозвищу Чавденер (1427 г.). Слово «чавденер» образовано от немецкого *czawd* — искаженного польского слова *sąd* (суд). Так немцы называли рыцарские суды на территории Силезии. Прозвище «Чавденер» свидетельствует о том, что викарий Станислав по роду своей деятельности был каким-то образом связан с судом. Необходимо подчеркнуть, что чисто польское имя этого представителя рода Коперников не оставляет сомнения относительно его национальной принадлежности.

Встречались Коперники и далеко за пределами Силезии. В XIV в. в Кракове жил владелец бань с такой фамилией (1367 г.), а также оружейник Ничко (Николай) Коперник (1375 г.). Обращает на себя внимание славянский характер формы име-

*Повят (польск.) — уезд. — Прим. перев.

ни Ничко. В записях краковского магистрата фигурирует также каменщик Никлос (Николай) Коперник (1395 г.). Другой Николай Коперник, канатчик из Клепажа (в те времена Клепаж еще был отдельным городом, а не районом Кракова), переехал в 1439 г. во Львов. В 1409 г. в Олькуше проживал Петр Коперник, торговавший свинцом. Даже в далекой Торунь в 1400—1417 гг. появляется канатчик Вавринец (Лаврентий) Коперник. Любопытно отметить, что среди Коперников часто встречается имя Николай. Это обстоятельство отнюдь не случайно, ибо св. Николай был покровителем церкви в деревне Коперники: рассеянные по разным городам представители рода Коперников продолжали бережно сохранять свидетельство своего происхождения из этой деревни и ощущали известную привязанность к ней.

В начале XV в. в Кракове жил богатый купец Ян Коперник (многочисленные упоминания о нем мы встречаем в городских актах). Его предки получили краковское гражданство в конце XIV в. Ян поддерживал тесные финансовые и торговые связи с купцами Яном Свейдничером и Яном Тешнером. В 1438 г. Ян Коперник отказался от краковского гражданства и покинул пределы города, но поселился, по-видимому, где-то неподалеку, ибо в 1441 г. выступил в качестве поручителя за жителя Кракова некоего Бастгерта, когда тому понадобилось занять в долг деньги.

Вскоре (в 1447 г.) в краковских городских актах появляются упоминания о купце Николае Копернике, который вел оптовую торговлю. Не исключено, что Николай Коперник был сыном упоминавшегося выше Яна. Прямых доказательств их родства у нас нет, но некоторые косвенные данные свидетельствуют в поль-

зу такого предположения. Простое сопоставление дат убеждает нас в том, что Ян мог быть отцом Николая Коперника. Не следует упускать из виду и то, что Николай Коперник был богатым купцом-оптовиком и его состояние вряд ли было нажито им самим; скорее всего, он получил его в наследство. Обращает на себя внимание и еще один факт: Николай Коперник заключал торговые сделки с теми же купцами, что и Ян.

Поскольку именно этот купец Николай Коперник был отцом великого астронома, нам, естественно, хотелось бы узнать о нем как можно больше. К сожалению, сведений о Николае Копернике сохранилось не слишком много, а о его молодости вообще ничего не известно. Не дошла до нас и дата его рождения. Первое упоминание о Николае Копернике относится к 1447 г., когда он уже был богатым купцом-оптовиком. Если предположить, что в ту пору ему было лет 25—30, то родиться он должен был примерно году в 1420 или даже раньше.

Николай Коперник вел свои дела с большим размахом. Его торговые связи простирались до Вроцлава, Торунь и Гданьска. Торговал он среди прочих товаров и медью. Об этом, в частности, свидетельствует судебный процесс, происходивший в 1448 г. в Гданьске. Николай Коперник выступал на нем в качестве истца, требуя погашения долга за доставку 38 центнеров меди. Торгово-финансовые контакты с Торунью и Гданьском позволили Николаю Копернику установить прямую связь с Прусским Союзом — тайным обществом, объединявшим шляхту и подвластные Тевтонскому ордену города, которое ставило своей целью освобождение от гнета крестоносцев и присоединение к Польше. В феврале 1454 г. Союз объявил о

своем неподчинении Тевтонскому ордену и обратился к королю Казимиру Ягеллончику с просьбой о присоединении прусских земель к Польше. Король благосклонно отнесся к этой просьбе и 6 марта того же года огласил торжественный акт о включении прусских земель в состав Польши, что послужило началом Тринадцатилетней войны между Польшей и Тевтонским орденом. Разумеется, Прусский Союз отнюдь не ограничился составлением петиции с просьбой о принятии прусских земель под власть и покровительство польского короля, но и оказывал польской стороне финансовую и военную поддержку во время Тринадцатилетней войны. В 1454 г. в деятельности Союза принял участие и купец Николай Коперник, выступивший посредником в организации сбора средств на военные цели в Гданьске.

Не дожидаясь окончания войны и невзирая на беспокойное время, Николай Коперник переезжает в Торунь. Точной даты его переезда мы не знаем, известно лишь, что в 1458 г. он уже был жителем Торуня. В Торуня Николай Коперник быстро освоился, чему, несомненно, в немалой мере способствовали давние отношения с местными купцами и связи с Прусским Союзом. Став жителем Торуня, Николай Коперник с самого начала принимал активное участие в деятельности города в рамках Союза, оказывая материальную поддержку различным военным мероприятиям. Когда в июне 1461 г. возникла потребность в денежных средствах для выплаты жалования наемным войскам, осаждавшим вместе с солдатами из числа торуньских жителей замок Свеце, находившийся в руках крестоносцев, Коперник пожертвовал штуку сукна, в которой было 39 локтей, стоимостью в 18 гривен (по-ви-

димому, он торговал не только медью, но и сукном) и сверх того деньгами 10 гривен. Через месяц в том же году он уплатил плотникам, строившим для польского войска мост через Вислу, 4 шкойца (в одной прусской гривне было 10 шкойцев). Николай Коперник принадлежал к числу самых богатых и влиятельных торуньских купцов. Вращаясь в обществе наиболее состоятельных жителей города, Коперник установил особенно близкие отношения с богатым патрицием Лукашем Ватценроде, на дочери которого он женился.

Семейство Ватценроде происходит также из Силезии, из деревни неподалеку от Свидни, которая по-польски называлась Пшенно. Старейшим из известных нам представителей этого рода был Вернер Ватценроде, исполнявший в 1291 г. обязанности советника магистрата в небольшом городке Зенбице в Силезии. В 1309 г. трое его сыновей — Николай, Конрад и Генрик — переехали во Вроцлав. Там они неоднократно были заседателями и членами магистрата, а в 1328 г. получили право взимать во Вроцлаве налог на воду. Силезские Ватценроде бывали канониками при костеле св. Креста во Вроцлаве и часто занимали должность схоластика, в обязанности которого входило руководить школой при костеле. Помимо уже названных представителей семейства Ватценроде, в актах вроцлавского городского магистрата встречается еще и Адам Ватценроде.

В конце XIV в. Ватценроде жили и в Торуня. В городских актах упоминаются три брата, носивших эту фамилию: Фредерик, Альбрехт и Ян. По-видимому, они занимались приготовлением поташа, ибо брали у города в кредит большие количества древесного угля. Братья были людьми состоятельными и занимали высокие

и ответственные должности. Так, Фредерик был заседателем, потом стал членом магистрата и представлял интересы Торуня на ганзейском съезде в Штральзунде. В 1388 г. ему было доверено командование подразделением пехоты, выставленным на войну с Литвой. Другой брат, Альбрехт, также в течение многих лет был советником торуньского магистрата. Упоминаются в городских актах и другие Ватценроде, однако установить родство между ними удастся далеко не во всех случаях.

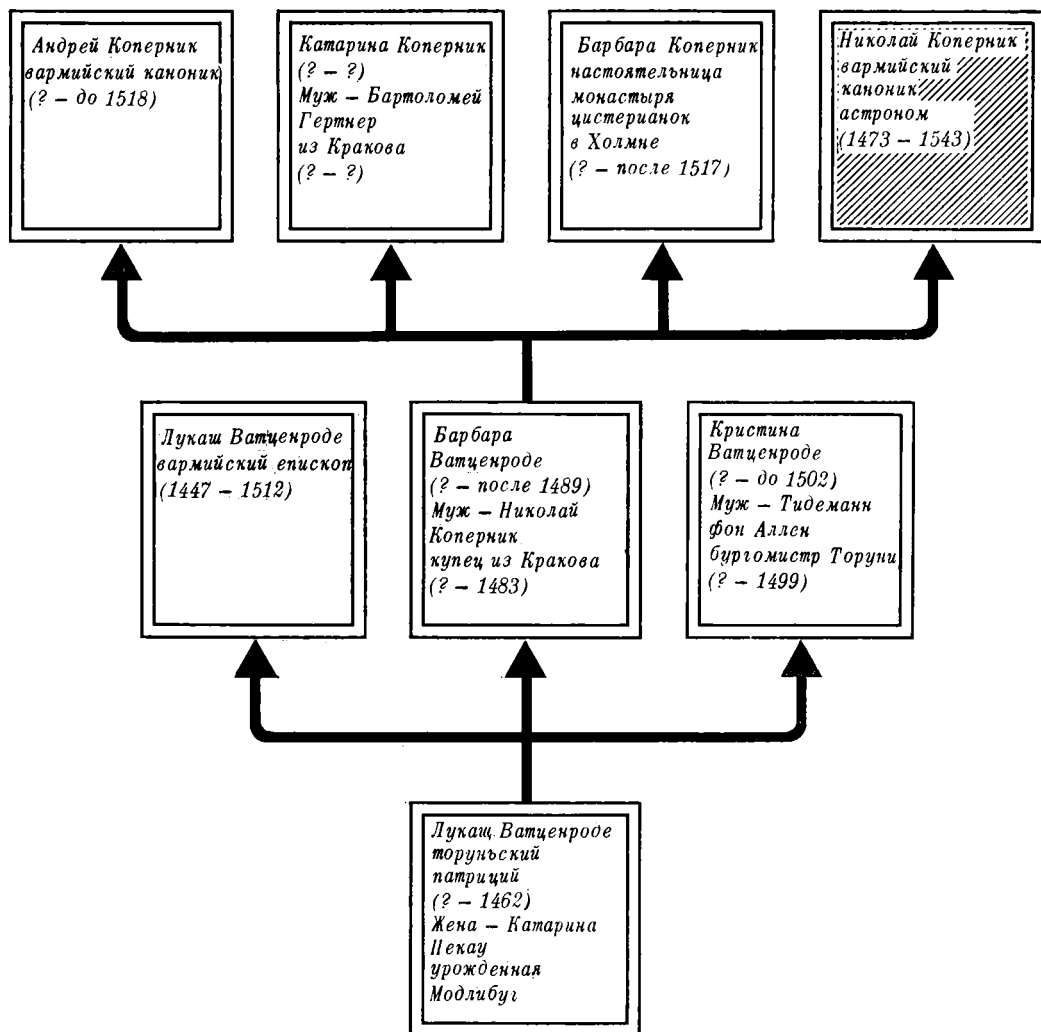
Именно из этого семейства и происходил названный выше Лукаш Ватценроде. Относительно даты его рождения, так же как и о его родителях, никаких сведений не сохранилось. В дошедших до нас торуньских документах он упоминается как богатый и влиятельный патриций, выполнявший различные ответственные обязанности. Лукаш Ватценроде был не только купцом, но и землевладельцем и поэтому заседал в земельном суде. Многочисленные документы свидетельствуют о том, что он выступал в качестве кредитора, арбитра и опекуна малолетних детей и вдов. Был членом, а впоследствии председателем судебной коллегии, а также делегатом на грудзёндзском съезде в 1453 г., на котором было подготовлено восстание против крестоносцев. Занимая резко выраженную антиитовонскую позицию и питая симпатии к Польше, Лукаш Ватценроде с самого начала принимал активное участие в деятельности Прусского Союза. Он ведал денежными средствами Союза. В годы Тринадцатилетней войны Ватценроде из своих личных средств предоставил Союзу большой заем и отказался принять часть суммы при возвращении денег. Принимал также личное участие в сражениях под Мальборком и Ласином и даже был ранен. Видя, как

продолжающаяся война все более опустошает его край, Ватценроде по мере своих сил старался ускорить ее окончание. По отношению к Польше соблюдал неизменную лояльность, которую сумел привить также всей своей родне. Ватценроде не суждено было дожидаться окончания войны, о котором он так мечтал: в 1462 г. Лукаш Ватценроде умер.

Лукаш Ватценроде был женат на Катарине, вдове некоего Генрика Пекау, урожденной Модлибуг, также происходившей из патрицианской семьи. От первого брака у Катарини была дочь Гертруда, которая впоследствии вышла замуж за богатого торуньского патриция Яна Елина. В годы войны Елин стал сторонником крестоносцев и за пособничество им был казнен в 1455 г. У Лукаша и Катарини Ватценроде родилось трое детей: Кристина, Барбара и Лукаш. Кристина вышла замуж за торуньского патриция и бургомистра Тидеманна фон Аллена, на Барбаре, как уже упоминалось, женился Николай Коперник, а Лукаш посвятил себя церковной карьере и под конец жизни достиг сана вармийского епископа.

Семейство Ватценроде было связано тесными родственными узами с многими состоятельными семьями Торуня, Кракова, Гданьска и Эльблонга, а также с известными дворянскими родами Пруссии: Дзялыньскими и Конопакскими.

Через два года после смерти Лукаша Ватценроде (в 1464 г.) было разделено его наследство. Тидеманн фон Аллен получил поместье Славково, а Николай Коперник — дом на улице св. Анны, в котором он жил, и еще один дом, угловой, который занимал некий магистр Вальтер. Кроме того, к Николаю Копернику отошли еще земли, сдаваемые в аренду, виноградники в деревне Кашчорек и луг. Соот-



Родословная Коперника

ветствующие доли наследства получили также вдова и сын покойного Лукаш, опекуном которого ввиду его несовершеннолетия был назначен муж Кристины Тидеманн фон Аллен.

В 1468 г. Коперник стал городским заседателем. Членом магистрата он быть не мог, поскольку в состав маги-

страта уже входил его свояк Тидеманн фон Аллен, а по закону два члена одной семьи не могли заседать в магистрате. Однако и должность заседателя выдвигала Николая Коперника в ряды наиболее видных жителей Торуня. В том же 1468 г., по-видимому, сочтя необходимым пересе-



Торунь во времена Коперника

литься в более respectable жилище, Коперник купил у Якуба Михаэлиса половину дома на Старомейском Рынке под номером 36. Вторую половину дома Коперник намеревался купить позднее. Планам его не суждено было осуществиться быстро. Коперники переехали в свое новое жилище лишь в 1480 г., продав дом на улице св. Анны.

От брака Николай и Барбары Коперников родилось четверо детей: Андрей, Барбара, Катарина и Николай. Последний появился на свет 19 февраля 1473 г.

Следует иметь в виду, что вопрос о том, где именно, в каком из домов, родился великий астроном, был предметом долгих споров и дискуссий. Споры эти велись с начала XVIII в., и история вопроса столь обширна, что приводить ее здесь во всех подробно-

стях было бы неуместно *. В основном спор велся вокруг двух домов: углового дома по улице Коперника (так называется теперь улица св. Анны), 30 и дома по улице Коперника, 17. Сначала считалось, что великий астроном родился в первом из этих домов, однако, как показало более тщательное изучение документов, в действительности он появился на свет в доме 17. Сейчас на этом доме можно увидеть мемориальную доску, открытую в 1923 г. Однако до тех пор, пока спор не был окончательно разрешен, существовала парадоксальная ситуация: в Торуні было два дома, в которых, по преданию, родился будущий астроном Николай Коперник.

* Читателю, интересующемуся подробностями, мы рекомендуем обратиться к книге Karol Górski, *Dom i środowisko rodzinne Mikołaja Kopernika*, Toruń, 1968.

Детство Коперника связано с домом на Старомейском Рынке, куда переехали его родители, когда ему было 7 лет. В настоящее время этот дом не существует: в 1906 г. его вместе с соседним домом (№ 37) снесли, а на освободившемся месте купец Лейзер выстроил магазин. Сейчас там находится универсальный магазин.

Первые годы своей жизни Николай Коперник провел в тиши родительского дома. В 1483 г. умер Николай Коперник-отец. Оставшееся после него состояние было столь значительно, что осиротевшая семья могла существовать безбедно, хотя затраты ее несколько уменьшились. Дом на Старомейском Рынке, перешедший, как о том свидетельствуют городские акты от 1485 и 1489 гг., по наследству к детям, остался за семьей. Дом этот находился в собственности семьи Коперников, по-видимому, долго, ибо еще в 1507 г. старшая из дочерей Барбара получала за него ренту. Сначала в доме жила вдова Барбара Коперник с детьми, однако вскоре семейство распалось. Одна дочь, Барбара, вступила в монастырь цистерцианок в Хелмно и впоследствии стала его настоятельницей, другая, Катарина, вышла замуж за приезжего краковского купца Бартоломея Гертнера, занявшего освободившееся после смерти тестя место в судебной коллегии. Супруги поселились в доме Коперников, за который Гертнер платил Барбаре уже упоминавшуюся ренту. Над обоими братьями Андреем и Николаем, которому в то время уже исполнилось 10 лет, взял опекунство Лукаш Ватценроде, брат матери и ближайший их родственник.

Лукаш Ватценроде был человеком важным, молчаливым и суровым. Как уже говорилось, он рано потерял отца и воспитывался в доме своего шурина Тидеманна фон Аллена (и даже в те-

чение какого-то времени носил его фамилию). В 1463 г. Лукаш Ватценроде поступил в Краковскую академию, а потом продолжил свое образование за границей. В период учения ему не раз случалось знавать пужду. Усилия его увенчались успехом: в 1473 г. он получил в Болонском университете звание доктора права.

Успешно продвигаясь по служебной лестнице, Лукаш Ватценроде занимал все более и более высокие посты. По возвращении на родину он стал влоцлавским, а в 1479 г. — вармийским каноником, хотя за получением причитающихся ему доходов явился во Фромборк лишь в 1483 г. Немного спустя занял пост хелминского каноника, а еще позже — ленчицкого каноника. Пользовался расположением Збигнева Олесьницкого-младшего, бывшего в то время епископом куявским и коронным подканцлером, и выступал в качестве его советника по правовым вопросам с титулом архидиакона калишского. Стремясь занять пост епископа вармийского, Лукаш Ватценроде в 1487 г. принял полное священство (был рукоположен в пресвитеры). Через два года он был избран вармийским епископом, причем вармийский капитул избрал его вопреки воле короля Казимира Ягеллончика, желавшего видеть на этом посту своего сына Фредерика. В течение первых четырех лет пребывания Лукаша Ватценроде на посту вармийского епископа его отношения с королем оставались напряженными. Несмотря на эту ссору, Ватценроде впоследствии был доверенным советником преемников Казимира Ягеллончика на королевском троне: Яна Ольбрахта, Александра и Сигизмунда Старого.

Именно этот человек, умеющий четко наметить цели и добиваться их

осуществления, стал опекуном обоих братьев Коперников — Андрея и Николая. Проблема надлежащего воспитания братьев для Ватценроде несколько облегчалась тем обстоятельством, что он занимал высокие должности, в особенности пост вармийского епископа. Эти должности не только делали его человеком влиятельным, но и приносили значительные доходы. Справедливость требует признать, что возложенные на него обязанности Лукаш Ватценроде исполнял безукоризненно.

Вопрос о том, жили ли в 1483 г. братья Коперники при дяде-опекуне, остается неясным. Хотя Лукаш Ватценроде и был в то время влоцлавским каноником, но во Влоцлавек заглядывал редко, постоянно пребывая в резиденции Збигнева Олесьницкого, ставшего архиепископом гнезненским. Вряд ли у Лукаша Ватценроде была возможность держать при себе в архиепископском дворце двух племянников. Кроме того, известно, что до 1489 г. Барбара Коперник жила в своем доме при торуньском Старомейском Рынке, и, следовательно, оба сына могли жить вместе с ней.

Другой, также не выясненный до конца вопрос: где братья Коперники получили начальное образование? Отсутствие данных породило множество домыслов. Биографы Коперника считают наиболее вероятными две возможности. Согласно первой версии, Андрей и Николай сначала учились в расположенном неподалеку от Торуня Хелмно, тем более что там имела неплохая школа, руководимая Братством Общего Жития. Лукаш Ватценроде как епископ даже проявлял интерес к деятельности этой

школы, но потом в силу каких-то причин занял по отношению к Братству враждебную позицию. Тем не менее Хелмно могло быть вполне подходящим местом для начального обучения братьев Коперников, ибо и у Коперников, и у Ватценроде имелись родственники в местном монастыре цистерцианок. Там находилась падчерица Лукаша Ватценроде-старшего Катарина Пекау и старшая сестра Николая Коперника Барбара, которые могли бы присматривать за мальчиками и заботиться о них. По другой, также вполне правдоподобной версии, Андрей и Николай Коперники получили начальное образование в родной Торуня в школе при костеле св. Яна. Если братья в ту пору жили вместе со своей матерью в Торуня, то предположение о том, что они и учились в своем родном городе, весьма правдоподобно и логично. В пользу его говорит и то обстоятельство, что начиная с середины XV в. в этой школе преподавали люди, интересовавшиеся астрономией, и школа обладала собранием астрономических рукописей. В этих условиях молодой Николай Коперник мог бы рано столкнуться с астрономией и заинтересоваться ею.

К сожалению, все сказанное следует отнести к области домыслов. Твердо установленным фактом можно считать лишь то, что Андрей и Николай Коперники получили образование в объеме, позволившем им в 1491 г. записаться в Краковскую академию. Так Николай Коперник вступил на долгий путь, который привел его к эпохальным научным открытиям и бессмертию.



9. ALMA MATER CRACOVIENSIS *

...Взлети, о молодость, над прагом!

А. Мицкевич «Ода молодости»

Осенью 1491 г. восемнадцатилетний Николай Коперник вместе с братом Андреем прибыл в Краков, чтобы записаться на факультет свободных искусств. Пребывание в Краковском университете должно было послужить основой для дальнейших занятий будущего реформатора астрономии. В дошедшем до нас списке принятых в Краковскую академию

В жизни талантливого юноши начался важный период, сформировавший направление его интеллектуального развития и заложивший основы, из которых впоследствии созрела концепция новой системы мира.

Николай Коперник поступил в Краковский университет, основанный Казимиром Великим в 1364 г. и обновленный Владиславом Ягелло и

Handwritten Latin inscription from the University of Krakow records. The text is written in a cursive script and is divided into two columns by a vertical line. The left column contains the name 'Nicolaus Nicolai de Thuronia' and the right column contains 'solvit totum'.

Запись о приеме Коперника в Краковский университет

значится: Nicolaus Nicolai de Thuronia solvit totum (что означает: «Николай, сын Николая из Торуни, все уплатил», то есть внес плату за зачисление в университет). Позднее эта строка была подчеркнута, а сбоку другим почерком дописано: Copernicus.

* Т. е. Краковский университет (академия). Alma mater (лат.) буквально означает «мать-кормилица». Так по традиции выпускники называли высшее учебное заведение, которое они окончили. — Прим. перев.

Ядвига в 1400 г. Университет переживал период яркого расцвета. Нюрнбергский летописец Шедель писал об этом учебном заведении в конце XV в., что в Кракове «при костеле св. Анны находится известный многими знаменитыми и учеными мужами университет, в котором занимаются всякими науками... Особенно процветает там астрономия, и в этом отношении, как мне довелось слышать от многих, во всей Германии нет школы более славной...»

Европейскую известность краков-

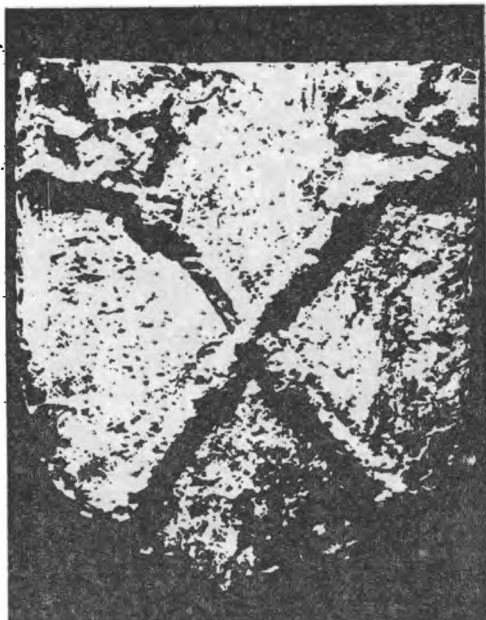
ской астрономии принесли усилия нескольких поколений краковских астрономов. Зачатки астрономических исследований в Кракове восходят еще к началу XV в., так как еще до 1410 г. богатый краковский мещанин Ян Стобнер основал в Краковской академии кафедру математики и астрономии — первую из кафедр такого рода в Центральной Европе.

Правда, о первых профессорах астрономии Краковской академии, так называемых стобнерианцах, никаких сведений не сохранилось. Лишь в 1440 г. в Кракове начали появляться ученые, которые прославили краковскую астрономию на всю Европу. Их список открывает Марцин Круль из Журавицы под Перемышлем, получивший образование в Праге, Лейпциге и Болонье и преподававший астрономию в Болонском университете в 1448—1449 гг. На деньги, завещанные Крулем Краковской академии, около 1459 г. была открыта кафедра астрологии, которая, так же как и основанная ранее Стобнером кафедра астрономии, не имела аналогов в университетах Центральной Европы.

Как мы уже говорили, астрологию в период позднего средневековья рассматривали как своего рода практическую астрономию. Таким образом, обе кафедры Краковской академии —



Рисунки созвездий Льва и Девы. Польский астрономический трактат (XV в.)



Старейший герб Краковского университета (XV в.). Барельеф из коллегии Майус

астрономии и астрологии — как бы дополняли друг друга, что позволило заложить основу блестящего развития краковской астрономической школы во второй половине XV в.

Получившие образование в Краковской академии астрономы развили энергичную деятельность не только в Кракове, но и за пределами Польши. Наибольшей известностью среди них пользовался Марцин Былица из Олькуша, придворный астролог венгерского короля Матвея Корвина. В бытность свою в Венгрии Былице довелось работать вместе с Региомontanом, от которого он узнал об астрономической проблематике, возникшей в результате работ Пейербаха из Вены.

Лекции профессоров астрономии Краковской академии привлекали многочисленных слушателей со всех



Вид Болоњи из «Хроники мира» Шеделя

концов Европы. Одним из таких знаменитых профессоров был Ян Шеллинг из Глогува, который в течение 40 лет — с 1468 г. по 1507 г. — читал лекции в Краковской академии и оставил после себя множество трудов по астрономии и астрологии. Еще более знаменитым был Войцех из Брудзева, ставший одним из крупнейших знатоков астрономии своего времени. Будучи неоспоримым авторитетом в астрономии, он обладал также обширными познаниями в области математики, что снискало ему широкую известность не только на родине, но и за границы.

Расцвету Краковской академии способствовали изменения, внесенные в середине XV в. в университетские программы, в особенности на факультете свободных искусств. Этот факультет должен был готовить студентов к изучению фундаментальных наук, которыми в то время считались теология, право и медицина. К сво-

бодным искусствам отнесли философию, математику и все прочие науки, кроме названных выше фундаментальных дисциплин. Реформа университетских программ заключалась прежде всего в официальном введении в них обязательного изучения литературных произведений древних латинских авторов в гуманистической интерпретации. Это позволило университету постепенно утратить черты средневекового, схоластического учебного заведения и обратиться к новым гуманистическим течениям, бурно развивавшимся в Италии. Прогрессивная по тем временам реформа сделала занятия в Краковском университете еще более привлекательными и вызвала наплыв молодежи из многих стран Европы.

Приезжали в Краков и многие известные ученые-гуманисты, как, например, Филипп Буонакорси, прозванный Каллимахом, которому принадлежат огромные заслуги в распро-

странении гуманистической мысли в Польше. Каллимах во многом содействовал созданию в Кракове центра гуманистической мысли, выходящего по своему значению за пределы деятельности Краковской академии.

В Кракове у Каллимаха нашлось много сторонников. Особую активность проявляли тесно связанные с ним члены его кружка. К их числу принадлежал и выдающийся немецкий гуманист Конрад Цельтес, который учился в Кракове с 1489 по 1491 г., в частности, под руководством Войцеха из Брудзева. Следует отметить, что Каллимах был в весьма близких отношениях с епископом Лукашем Ватценроде, бывал в Торуні, где у него даже был свой дом. Вполне возможно, что племянники Лукаша Ватценроде Андрей и Николай Коперники в годы учения в Кракове имели возможность поближе познакомиться с Каллимахом. Впрочем, было



Страница из книги Яна из Глогува *Comptus chirometralis* (Краков, 1507)



Документ об основании Краковского университета

и много других возможностей ввести столь одаренного юношу, каким был Николай Коперник, в круг проблем, которыми жила в ту пору краковская интеллигенция.

Николай Коперник учился не только в университете, но и за его стенами, в общении с представителями краковской интеллигенции. Неизвестно, жил ли он в общежитии или на частной квартире. Николай Коперник мог жить и у своей сестры Катарины Гертнер, которая вместе со своим мужем переехала в Краков, или у каноника Петра Ваповского, хорошего знакомого епископа Лукаша Ватценроде.

Неизвестно также никаких подробностей о том, как проходили у Николая Коперника университетские



Краков. Готическая гравюра с видом на Вавель

занятия. По преданию, его главным учителем считается Войцех из Брудзева. Однако изучать астрономию непосредственно у Войцеха из Брудзева Коперник не мог, ибо начиная с 1490 г. знаменитый ученый не читал лекций по астрономии, а возглавлял кафедру, занимавшуюся толкованием трудов Аристотеля. Однако влияние его на развитие краковской астрономии сказывалось еще долго, и им воспитана целая плеяда ученых, продолживших дело своего учителя. Поэтому, хотя Николай Коперник не мог слушать лекций по астрономии самого Войцеха из Брудзева, он, несомненно, посещал лекции его учеников. Таким образом, утверждение о том, что Коперник учился астрономии у Войцеха из Брудзева, нельзя считать полностью лишенным основания. К тому же не исключена возможность, что талантливый юноша брал у знаменитого профессора частные уроки.

По сохранившимся в архивах Краковского университета документам можно воссоздать содержание лекций на физико-математические темы, которые мог посещать Николай Коперник.

Вот некоторые из них.

Год 1491, зимний семестр. Войцех из Пнев — *De Sphaera* [О сфере] по Сакробоско, или введение в астрономию.

Год 1492, зимний семестр. Бартоломей из Липницы — «Геометрия» Евклида.

Год 1493, летний семестр. Шимон из Серпца — «Теории планет» Пейербаха (комментарий Войцеха из Брудзева); Бернгард из Бискупца — таблицы затмений.

Год 1493, зимний семестр. Михал из Вроцлава — *Tabulae resolutae*, или астрономические таблицы, отнесенные к краковскому меридиану; Мар-



Копия предполагаемого портрета Войцеха из Брудзева

цин Бем из Олькуша — календарь по Региомонтану.

Год 1494, летний семестр. Войцех из Шамотул — астрология.

Годы 1494—1495, зимний семестр. Войцех из Шамотул — астрологическое четверокнижие Птолемея (Тетрабиблос).

Итак, мы видим, что темы, охватывающие целые периоды в развитии астрономии и астрологии, преподававшейся в ту пору в университетах, были весьма разнообразными. Кроме того, Коперник на младшем курсе изучал математические науки — арифметику и теорию перспективы, должен был заниматься гуманитарными дисциплинами — грамматикой, поэтикой и риторикой и, по-видимому, посещал лекции Яна из Глогува и Войцеха из Брудзева по философии.

Что мог почерпнуть для себя Ни-

колай Коперник на университетских лекциях, кроме традиционных сведений по математике и астрономии? Разумеется, правильность геоцентрической системы мира не подвергалась на лекциях сомнению, но зато обращалось внимание на некоторые недостатки теории Птолемея. В частности, в комментарии Войцеха из Брудзева к «Теориям планет» Пейербаха, бывшего темой лекций Шимона из Серпца в 1493 г., экванты подвергались критике как фиктивное, чисто математическое понятие, непригодное для объяснения движений планет. Позднее Коперник в своем труде «О вращениях небесных сфер» решительно выступил против понятия эквантов как противоречащего основному принципу равномерного вращения небесных тел по окружностям.

Как известно, основным принципом теории Коперника было признание Солнца за центр мира. С различными взглядами, подчеркивающими особое положение Солнца, будущий астроном также мог ознакомиться на лекциях в Краковском университете. Например, от Яна из Глогува Коперник мог услышать следующее изречение:

«Солнце — планета, обладающая наибольшими достоинствами, вследствие чего его влияние отличается наибольшим благородством. Эта высокороднейшая из планет правит всеми движениями, направляет их и служит им мерой. Солнце есть найдостойнейшее небесное тело по сравнению с остальными звездами и планетами»*.

Разумеется, Ян из Глогува был решительным сторонником геоцентрической системы мира и не допускал мысли о том, что Земля может быть

одной из планет, обращающихся вокруг Солнца. Однако приведенный выше отрывок из его лекции мог заставить в уме Коперника сомнение в правильности мнения, согласно которому Земля считается неподвижным центром Вселенной.

Первый импульс, побудивший Коперника признать главенствующую роль Солнца в нашей планетной системе, мог исходить из окружения Каллимаха, придерживавшегося весьма модного в то время в Италии философского направления, известного под названием неоплатонизм.

Главным представителем итальянских неоплатоников был уже упоминавшийся нами Марсилио Фичино из Флоренции, близкий приятель Каллимаха. В 1489 г. он выпустил во Флоренции книгу *De Sole et Lumine* [О Солнце и свете], несколько экземпляров которой прислал сразу же после выхода книги в свет в Краков Каллимаху. Каллимах основал в Кракове научное общество, которое после реорганизации его Цельтесом получило название *Sodalitas Vistulana*. В этом тесном кружке, душой которого был Каллимах, живо интересовались неоплатоновской философией. Особенно энергичным сторонником ее был приятель Коперника выходец из Силезии Вавринец Рабе, известный также как Корвинус.

Весьма вероятно, что уже в начальный период своего пребывания в Кракове Коперник имел возможность ознакомиться с содержанием книги Фичино «О Солнце и свете» и почерпнул из нее сведения о Солнце как о главнейшем небесном светиле, управляющем гармоническим движением во всей Вселенной. И кто знает, может быть, чтение книги итальянского ученого побудило молодого студента задуматься над тем, что центр мира следует искать вопреки распростра-

* L. A. Birkenmajer, *Stromata Copernicana*, Kraków, 1924, str. 125.

ненному в те времена мнению не в Земле, а в Солнце.

Позднее эта мысль получила подкрепление и в виде аргументов, носящих чисто астрономический характер. Размышления над продолжительностью года и ее мнимыми вариациями, которые следовали из принятой в докоперниковской астрономии теории трепидации, могли привести его к выводу о том, что решить проблему вычисления истинной продолжительности года проще, если связать ее не с движением «восьмой сферы», на поверхности которой размещены звезды, а с движением Земли, вращающейся вокруг своей оси и совершающей обороты вокруг Солнца. И действительно, отнесение движений небесного полюса и связанных с ним точек весеннего и осеннего равноденствий к сфере неподвижных звезд логически менее обосновано, чем объяснение, что здесь мы имеем дело со сложными перемещениями в пространстве оси вращения Земли, пересекающейся с небесной сферой в точках, которые называются полюсами мира. Это соображение также могло подтолкнуть мысль Коперника на поиски объяснения сложных геометрических построений путем простого и наиболее естественного принципа — движения земной оси.

Таким образом, можно почти с уверенностью сказать, что у Коперника еще в годы его учения в Кракове зародились сомнения в правильности общепринятой геоцентрической системы мира и, быть может, даже возникла мысль о необходимости поместить в центре мира не Землю, а Солнце. По-видимому, именно в краковские годы он сформулировал тезис о том, что Земля совершает движение, которым обусловлено как суточное движение небесной сферы, так и годичное перемещение Солнца по небу.



Копия предполагаемого автопортрета Коперника из Страсбургского собора

Эту великую идею надлежало всесторонне обосновать математически, для чего Коперник еще не был подготовлен. Лишь последующие занятия в Италии позволили ему полностью выкристаллизовать новую систему мира.

О том, сколь большое значение придавал Николай Коперник занятиям в Краковском университете в более поздние годы жизни, можно судить по письму Войцеха Капринуса к епископу Самуэлю Мапейовскому от 27 ноября 1542 г. Оно гласит следующее:

«Николай Коперник, каноник вармийский..., основы своих достойных удивления математических трудов, которые он уже написал и в еще большем числе намеревается опубликовать, почерпнул из нашего университета, и не только не отрицает этого..., но и, наоборот, охотно признает, что всем обязан нашей Академии».

Эти строки были написаны еще при жизни Коперника и основывались на каких-то его высказываниях, может быть, на неизвестном нам письме к одному из его краковских друзей. Известно, что все помыслы Коперника на протяжении всей его жизни были подчинены одной идее — познанию истинной системы мира. Следовательно, если, по словам Коперника, он всем обязан Краковской академии, то это означает, что именно в период его пребывания в Кракове у него зародилась револю-

ционная концепция новой системы мира.

Зарождение еще в студенческие годы, проведенные в Краковской академии, гелиоцентрической системы мира, согласно которой Земля как одна из планет обращается вокруг Солнца, находящегося в центре мира, могло лишь углубить в душе будущего преобразователя астрономии привязанность к столице родного края, к городу своего отца и нескольких поколений предков. Это чувство впоследствии нашло выражение в сердечной переписке Коперника с его краковскими друзьями, например с Бернардом Ваповским, младшим коллегой по университетской скамье, записавшимся в Академию в 1493 г., с Марцином Бемом из Олькуша, ставшим позднее ректором Краковской академии, и другими представителями интеллектуальной жизни Кракова. Особенно тесная дружба связывала Коперника в его краковские годы с Яном Зоммерфельдом (Эстикампианусом) из Силезии и Вавринцем Рабе. Производя в далеком Фромборке астрономические наблюдения, Коперник всегда относил их к краковскому меридиану.

Итак, Коперник покинул Краков в 1495 г., увозя с собой зародыш великой идеи — столь великой, что он ни с кем не осмеливался поделиться ею, идеи, которую требовалось подтвердить дальнейшими исследованиями и обосновать математически.



10. В СОЛНЕЧНОЙ ИТАЛИИ

*И в безупречном шедевре лишь темное ищешь
ты место,
Смотришь, уводит ли ввысь духа могучего след,
Того, что стремится взобраться на гордый Олимп
в поднебесье.*

Л. Стафф «Эстетика»

Пока Коперник изучал науки в Кракове, епископ Лукаш Ватценроде упрочил свое положение. В 1492 г. со смертью короля Казимира Ягеллончика прекратилась напряженность в отношениях между королем и епископом, и Ватценроде удалось снискать расположение преемника умершего короля Яна Ольбрахта и стать его советником. Близость к королевскому двору и особое правовое положение вармийской епархии превращали Ватценроде в фигуру, пользующуюся большим влиянием.

Обоих своих племянников епископ Ватценроде пожелал ввести в состав вармийского капитула. И хотя немалую роль в его решении сыграла мысль о гарантированном от всяких случайностей материальном положении каноника, преследовал епископ и другие цели. Лукаш Ватценроде был политическим деятелем, и ему, несомненно, необходимо было иметь при себе близкого человека, на которого он мог бы положиться. Удобный случай для осуществления его планов представился вскоре после возвращения обоих Коперников из Кракова в Вармию в 1495 г.: в капитуле образовались сразу две вакансии.

Епископу, хотя и не без сопротивления со стороны каноников, удалось ввести в состав капитула младшего племянника. Капитул избрал Нико-

лая Коперника каноником, но у старых членов капитула излишняя самоуверенность епископа вызвала раздражение и недовольство (более точные сведения относительно причин этого недовольства не сохранились). В результате в 1496 г. Николай Коперник не был официально утвержден вармийским каноником, а выступал лишь как хелминский клирик. Возникла какая-то загадочная ситуация, которая осталась не до конца понятой и поныне. О факте избрания Коперника вармийским каноником убедительно свидетельствует заметка в книге казначея, сделанная в октябре или ноябре 1495 г., о том, что Николай Коперник не уплатил за церковное одеяние. В то же время 22 февраля 1496 г. Коперник вместе с Анджеем Вежиновским выступил в Лидзбарке как хелминский клирик на церемонии назначения Ежи Пранге, секретаря епископа Ватценроде, полномочным представителем вармийского капитула на переговорах с крестоносцами. Может быть, избрание Коперника было отложено на другой срок или объявлено недействительным? Но осенью того же года в книге казначея появляется новая запись о том, что Николай Коперник по-прежнему должен за церковное одеяние.

Между тем Ватценроде решил по-



Вид Болоньи из «Хроники мира» Шедела

слать обоих племянников для продолжения образования в Болонью, где некогда учился сам, и братья еще в 1496 г. отправились в солнечную Италию. Вряд ли Николай Коперник ехал за счет капитула: ведь самый факт его избрания каноником был спорным. Вероятнее всего, расходы на поездку в Италию взял на себя сам Ватценроде. Что же касается второго брата, Андрея, то здесь нет никаких сомнений: он мог ехать только за счет дяди-опекуна.

Точная дата отъезда братьев Коперников из Вармии неизвестна. Весьма правдоподобно, что они выехали летом, может быть, вместе с Ежи Пранге, посланного Ватценроде с дипломатической миссией в Рим. Принято считать, что в Болонью братья прибыли в октябре 1496 г.

«Мать наук», многолюдная и богатая Болонья, расположенная в плодородной долине, гордилась старейшим университетом, пользовавшимся заслуженной известностью как одно

из лучших высших учебных заведений, где изучают юриспруденцию. Лекции в Болонском университете читали около пятидесяти профессоров, среди которых было немало знаменитых ученых и гуманистов, таких, как Антонио Бургос, блестящий знаток канонического (церковного) права; известный своей эрудицией латинист Филипп Бироальдо; разносторонний гуманист, эллинист, медик, астролог, теолог и поэт Антонио Урчео и знаток трудов Аристотеля Алессандро Ахиллини (1463 — 1512). Не удивительно, что в Болонью толпами стекалась молодежь из разных стран Европы. Большинство студентов составляли люди состоятельные, ибо обучение в Болонском университете было платным.

Структура Болонского университета того времени резко отличалась от структуры любого современного университета. Наряду с факультетом юристов, готовившим специалистов по гражданскому и каноническому праву, существовал факультет «художников» (свободных искусств), на котором преподавали математику, астрономию и другие науки. Юридический факультет подразделялся на два автономных отделения: на одном учились итальянцы, так называемые *citramontani* (люди, живущие по эту сторону гор, т. е. Альп), на другом — иностранные студенты, или *ultramontani* (люди из-за гор). Студенты объединялись в так называемые «нации» (землячества), причем итальянцы делились на 17, а иностранные студенты — на 18 «наций». Наряду с вполне понятными «нациями» Аламанией (немецкая), Унгарией (венгерская), Полонией (польская), Боземией (чешская) встречались и «нации»-монстры, названия которых лишены для нас всякого смысла, например Васкония, Альверния, Бик-

турия или Туронензис. Впрочем, деление студентов на «нации» не было ни особенно четким, ни строго фиксированным: число и названия «наций» время от времени менялись. О том, что по принадлежности к той или иной «нации» нельзя судить о национальности данного студента, свидетельствует хотя бы следующий факт. В немецкую «нацию» входили, кроме немцев, также чехи, моравы, литовцы и датчане. Не возбранялось записываться в нее полякам, венграм и шведам. Членами немецкой «нации» в обязательном порядке должны были становиться все студенты-юристы, родным языком которых был немецкий. В то же время в нее не принимали уроженцев Германии, если они изучали философию, медицину или теологию.

Уступая желанию дяди, Николай Коперник записался на юридический факультет и в конце 1496 г. был принят в немецкую «нацию». Так, в «Матрикуле наибогороднейшей немецкой коллегии» читаем: «*Dominus Nicolaus Kopperlingk * de Thorn grossetos novem* [Господин Николай Коперник из Торуня уплатил девять грошей]». Немецкие националисты заявляют, будто тот факт, что Коперник был записан в немецкую «нацию», свидетельствует о его немецком происхождении. Однако в свете того, что нам известно о критериях, которыми руководствовались при зачислении студентов в землячества, можно смело утверждать: подобные заявления лишены основания.

Обращает на себя внимание, что Коперник был записан просто как «Господин Николай Коперник» без

* «Опечатка» в написании фамилии возникла явно вследствие того, что студенты называли себя устно, а не писали свое имя.

титула кононика. Видимо, в конце 1496 г. Коперник еще не имел права на этот титул, а позднее он им не пользовался. Однако в 1497 г. вопрос об официальном утверждении Коперника в звании каноника разрешился, наконец, положительно, и 20 октября 1497 г. Николай Коперник, «студент канонического права в Боломье», в присутствии нотариуса Джироламо Бельвизи выдал вармийским каноникам Кшиштофу Тапиау и Анджею Клетцу доверенность на вступление от его имени в должность каноника на место, освободившееся после умершего двумя годами раньше Яна Занау. В качестве свидетелей присутствовали: гражданин Болоньи доктор Якуб да Ванескити, изучавший вместе с Коперником право вармийский каноник Фабиан Теттингер Лузяньский (ставший впоследствии вармийским епископом) и Альберт Лонгус «из вrocławской епархии». С этого времени Коперник официально выступал уже как вармийский каноник, а 7 февраля 1499 г. вступил во владение (также по доверенности, выданной каноникам Тапиау и Клетцу) усадьбой, освободившейся после Михала Фохса.

Андрей Коперник стал каноником несколько позднее, заняв вакансию, освободившуюся после умершего 23 декабря 1498 г. Томаша Вернера. Осенью того же года Андрей записался на юридический факультет Болонского университета и, следуя примеру брата, вступил в немецкую «нацию». Чем занимался Андрей два предыдущих года, не известно. В отличие от своего младшего брата он не чувствовал особой тяги к науке.

Зато Николай с увлечением погружался в вихрь занятий, хотя нельзя не признать, что праву, которое его мало интересовало, он не уделял особенно много внимания. Страстью Ни-

колая Коперника была астрономия, на ней он и сосредоточил все усилия, тем более что научная атмосфера в Болонском университете благоприятствовала углублению его познаний в астрономии. Среди болонских астрономов того времени следует назвать уже упоминавшегося профессора Алессандро Ахиллини, автора трактата *De orbibus* [О кругах], изданного в 1494 г. в Болонье. Ахиллини высказывал сомнение в реальном существовании таких кругов, как эксцентры и деференты, и в то же время утверждал, что Луна либо обращается вокруг собственной оси, либо имеет еще один эпицикл, поскольку вид пятен на поверхности лунного диска остается неизменным. Ахиллини высказывал гипотезу о том, что Солнце также вращается вокруг своей оси. Не были чужды болонским университетским кругам и взгляды номиналистов, распространением которых с энтузиазмом занимался Марко Беневентано. Однако нашего особого внимания заслуживает личность Доминика Марии Новары из Феррары (1454—1504), ученика знаменитого Бьянкини. Новара был известен как добросовестный наблюдатель и выдающийся астроном и астролог.

Среди своих соотечественников Новара прослыл «необычайным астрологом» и среди астрономов снискал известность своей смелой, хотя и необоснованной теорией движения полюсов Земли. Сравнивая приведенные у Птолемея географические широты некоторых местностей с теми значениями, которые широты имели в его время, Новара пришел к заключению, что полюса Земли в течение 395 000 лет описывают полную окружность, двигаясь по меридиану, проходящему через Италию. По мнению Новары, перемещение полюсов должно было вызывать

медленные, но непрерывно происходящие изменения климата. Теория Новары не получила признания. Она была полностью ошибочной и происходила из неправильной интерпретации ложных исходных данных.

С взглядами всех этих ученых Коперник мог познакомиться на их лекциях. Особенно тесные отношения, перешедшие затем в дружбу, установились у Коперника с Новарой, с которым он познакомился вскоре после своего приезда в Болонью. Молодой человек, каким был в ту пору Коперник, несомненно, мог гордиться таким знакомством: Доминик Мария Новара был на 19 лет старше его и имел за плечами не один год работы в области астрономии.

В 1496 г. в Венеции вышла книга Региомонтана *Epitome in Almagestum Ptolemaei*. [Извлечения из Альмагеста Птолемея]. Коперник тотчас же приобрел ее и начал знакомиться с великолепным изложением птолемеевского «Альмагеста». Изучение книги Региомонтана еще более укрепило давно назревавшие у Коперника сомнения относительно правильности птолемеевой системы мира.

Особенно удивительной была птолемеевская конструкция механизма движения Луны. Как уже упоминалось на стр. 45, из нее следовало, что, когда Луна находится в фазе полулуния, расстояние от нее до Земли примерно в 2 раза меньше, чем в момент полнолуния или новолуния. Но если бы это утверждение соответствовало действительности, то в полнолуние или в новолуние видимые размеры диска Луны должны были бы быть в два раза меньше, чем когда Луна находится в полулунии. Поскольку таких изменений видимых размеров Луны никогда не наблюдалось, некоторые астрономы предположили, что Луна пульсирует и ее

размеры достигают максимума в моменты полнолуний и новолуний. Из этой гипотезы следовало, что в указанные моменты диаметр Луны вдвое превышает ее диаметр в полулунии, а объем — в 8 раз! К такому выводу пришел еще Генрих из Гессена (? — 1397). Разумеется, гипотеза о существовании пульсаций Луны была абсурдна. Новара и Коперник решили доказать это с помощью астрономических наблюдений. Вскоре представился удобный случай: 9 марта 1497 г. Луна, находясь в полулунии, должна была закрыть Альдебаран — самую яркую звезду в созвездии Быка. Новара и Коперник провели тщательные наблюдения этого явления, а затем Коперник обработал данные измерений. Оказалось, что в момент покрытия расстояние от Луны до Земли почти не отличалось от расстояния от Луны до Земли в момент полнолуния. Ошибочность птолемеевской теории движения Луны не вызывала более никаких сомнений. Полученный результат имел огромное значение еще и потому, что представлял собой первую подтвержденную наблюдениями попытку пробить брешь в системе александрийского астронома.

Результаты проведенных под руководством Новары наблюдений вызвали у Коперника еще большее желание продолжать дальнейшие поиски собственной системы мира. Начал он с того, что ознакомился с трудами античных философов, написанными на эту тему. В работах Цицерона и Плутарха Коперник обнаружил отдельные упоминания о том, что некоторые пифагорейцы приписывали Земле не только вращение вокруг собственной оси, но и обращение вокруг некоего центра. Подобные сведения Коперник мог встретить и в других источниках, так как именно



Портрет Коперника

в период его пребывания в Болонье там вышли в свет некоторые сочинения древних авторов, например труд Цензорина *De die natali* [О дне рождения] и Витрувия *De architectura libri decem* [Об архитектуре десять книг], где также излагались взгляды пифагорейцев. Читал Коперник и сочинения Платона, изданные во Флоренции в переводе на латинский язык Марсилио Фичино. Платонизм и неоплатонизм не были незнакомы Копернику, ибо он имел возможность познакомиться с ними еще в Кракове, где читали лекции Каллимах и Цельтес, а платоновский постулат о порядке и гармонии играл существенную роль в его построениях.

Чтение «Извлечений из Альмагеста» поставило перед Коперником

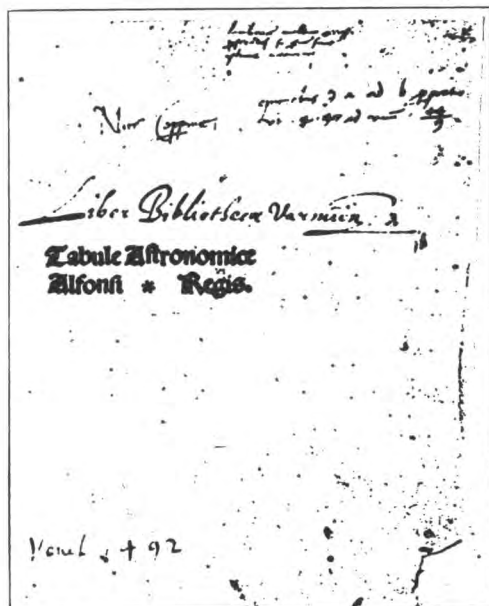
еще одну проблему, достаточно важную для его дальнейшей работы над реформой астрономии. Мы имеем в виду проблему определения истинной продолжительности года — периода, в течение которого Солнце (в геоцентрической системе) описывает полный оборот вокруг Земли. Эта проблема имела и чисто практическое значение, ибо потребность в реформе календаря ощущалась довольно остро, осуществить же ее, не зная истинной продолжительности года, было невозможно. Со времен Гиппарха и Птолемея за период обращения Солнца вокруг Земли принимали тропический год, то есть промежуток времени между двумя последовательными прохождениями Солнца через точку весеннего равноденствия. Однако, как уже говорилось на стр. 42, еще Гиппарх обнаружил, что точки равноденствий перемещаются относительно звезд по эклиптике. Это явление получило название прецессии (предварения) равноденствий.

Многие средневековые астрономы, в особенности арабские, считали, что прецессия равноденствий носит необычайно сложный характер, и, как уже упоминалось, выделяли и в скорости перемещения точек равноденствий, и в наклонении эклиптики к экватору периодические осцилляции, которые носили название трепидации. Именно трепидация, отнесенная к сфере неподвижных звезд, приводила к тому, что продолжительность тропического года была подвержена периодическим изменениям, вследствие чего тропический год не мог служить единицей измерения времени. Такого мнения придерживался, в частности, и Коперник, который признавал теорию трепидации. Однако из чтения произведений античных авторов он узнал, что егип-

тяне за период обращения Солнца вокруг Земли принимали сидерический год, или промежуток времени между двумя последовательными прохождением Солнца через одну и ту же точку, занимающую фиксированное положение относительно сферы неподвижных звезд. Для вычисления продолжительности сидерического года Коперник произвел наблюдения Солнца и некоторых звезд, чтобы выяснить расстояния от них до точки весеннего равноденствия. В процессе решения проблемы истинной продолжительности года Коперник пришел к выводу, что прецессия равноденствий и трепидация обусловлены движением точек равноденствий, а не восьмой сферы. Вопрос этот был, однако, спорным. Так, Марко Беневентано занимал промежуточную позицию и приписывал трепидацию движению точек равноденствий, а прецессию равноденствий — движению восьмой сферы.

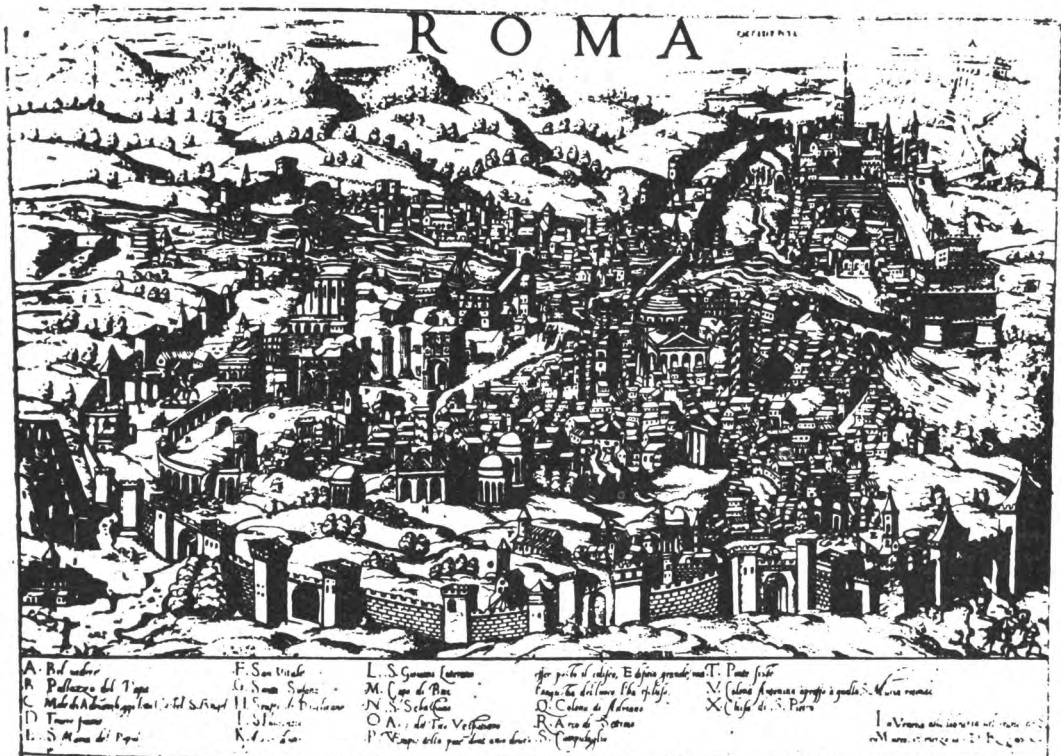
Отделив прецессию равноденствий и трепидацию от движений восьмой сферы, Коперник должен был прийти к единственно возможному выводу и связать перемещение точек равноденствия с Землей, а ей самой приписать вращение вокруг оси, перемещения которой в пространстве и были причиной обоих загадочных движений. Именно так и поступил Коперник впоследствии.

Коперник ясно сознавал, что коренное преобразование астрономии возможно лишь на основе обширного, охватывающего много веков наблюдательного материала. Правда, в «Извлечениях из Альмагеста» Региомонтана было приведено много ценных наблюдений, произведенных и в древности, и в эпоху Средневековья, однако пользоваться ими было весьма затруднительно. Дело в том, что в разных странах и в разные времена



Экземпляр «Альфонсинских таблиц», принадлежавший Копернику

придерживались различных хронологических систем, существовали различные способы вычисления календарных дат. Использовать данные наблюдений можно лишь при единой системе отсчета времени. Пересчет же различных древних хронологических систем во времена Коперника был делом отнюдь не легким, поскольку данные необходимо было предварительно упорядочить. Пико делла Мирандола опубликовал трактат по хронологии, пытаясь навести хоть какой-то порядок в этом хаосе, но не смог довести столь сложное дело до конца. Коперник начал с того, что сравнил названия египетских месяцев, приведенные в «Извлечениях» и в «Альфонсинских таблицах». С первых же попыток он ощутил трудность стоявшей перед ним задачи: различия в названиях месяцев



Рим (со старинной гравюры)

оказались не только между двумя источниками, но даже в самих «Извлечениях» названия месяцев приводились в различных вариантах. Копернику не оставалось ничего другого, как отложить на время начатое исследование.

1499 г. начался с приятного для Николая Коперника события. Для занятий на юридическом факультете в Болонью приехал его старый друг, с которым он учился еще в Кракове, Бернард Ваповский, проявлявший живой интерес к географии. Коперник свел его со своими болонскими приятелями. Познакомился Ваповский и с Марком Беневентано. Об

этом, в частности, свидетельствует тот факт, что позднее он вместе с Иоанном Коттом из Вероны помогал Беневентано в составлении карты для нового издания «Географии» Птолемея. Вышедшая в 1507 г. в Риме эта книга содержала несколько новых карт, в том числе карты Польши, Литвы и Червонной Руси.

Тем временем наступил 1500 г., объявленный папой юбилейным годом. Оба брата — Андрей и Николай — отправились в Рим на юбилейные торжества. Путешествие было не вполне безопасным, ибо Италия переживала тогда весьма беспокойные времена. На папском троне восседал

Александр VI Борджиа (1492 — 1503), ловкий и изворотливый политик, человек, жаждущий власти, богатства, радостей жизни и не останавливающийся для достижения своих целей даже перед преступлением. Цели, которые преследовал Александр Борджиа, не были религиозными, а носили чисто земной, светский характер. С одной стороны, он стремился к укреплению папского государства, с другой — старался обеспечить своим детям, рожденным красавицей Ваноццей деи Каттанеи, княжеские троны. Для достижения своих целей представители семейства Борджиа не брезговали никакими средствами. Особенно дурной славой пользовался сын папы Цезарь Борджиа, который при поддержке отца мечом, стилетом и ядом прокладывал себе дорогу к трону удельного князя. В междоусобицах, происходивших в Италии, принимали участие французы и испанцы, что еще больше запутывало и без того сложную ситуацию.

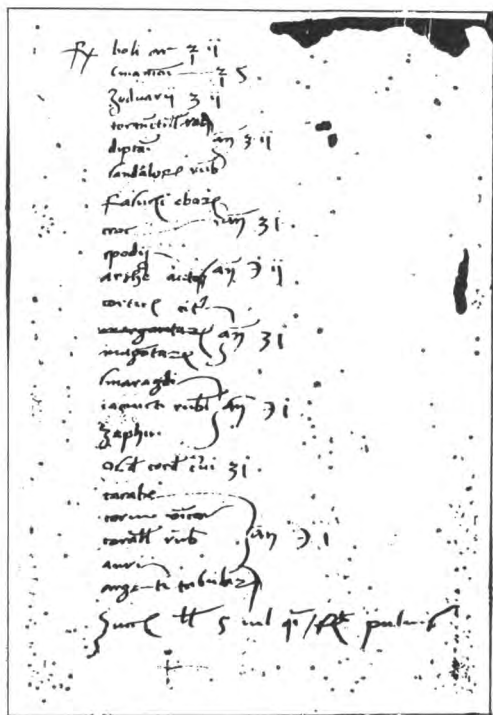
Несмотря на смутное время, оба Коперника благополучно прибыли в Рим. Участие в юбилейных торжествах было не единственной целью их пребывания в вечном городе: в соответствии с обычаем той эпохи Николай и Андрей как молодые юристы прошли практику в папской курии.

Во время пребывания в Риме Николай Коперник продолжал свои наблюдения Солнца и звезд, а в ночь с 5 на 6 ноября 1500 г. наблюдал затмение Луны. Кроме того, он познакомился с римскими учеными и даже выступил с чтением лекций. Позднее его ученик Ретик писал, что Коперник «выступил в Риме с чтением лекций... как профессор математики при большом стечении ученых и в кругу знаменитейших мужей и магистров этой науки...» Неизвестно, как назывались лекции Коперника и чем они

привлекли внимание столь выдающейся аудитории к молодому (Копернику тогда исполнилось 27 лет), но уже вполне сложившемуся ученому. Вряд ли Коперник высказывал в своих лекциях какие-то революционные мысли. Зная его рассудительный характер, можно предположить, что публичное выступление с проповедью своих новых идей он считал уместным отложить до более подходящего случая. Весной 1501 г. братья покинули Италию и вернулись в Вармию. Ни Андрей, ни Николай не закончили курса, поэтому на продолжение занятий в Болонье им необходимо было испросить разрешение капитула.

Расходы по обучению Андрея до этого нес не капитул, а дядя-епископ. Поэтому Андрей обратился к капитулу с просьбой разрешить ему изучать право. Николай же учился в Болонском университете с согласия капитула и поэтому просил лишь разрешить ему закончить курс. Капитул благосклонно отнесся к просьбе Николая Коперника, тем более что он обязался изучить еще и медицину и, по мнению капитула, мог бы стать «полезным советником по медицинской части нашего преподобного владыки и господ из капитула». Получил желаемое разрешение и Андрей. Уже в августе того же года братья пустились в обратный путь — в Италию. За Альпами дороги их разошлись: Николай отправился в славящийся своим медицинским факультетом университет в Падуе, Андрей — в Рим.

То обстоятельство, что выбор Николая Коперника пал именно на Падуанский университет, было отнюдь не случайным. Богатая и могущественная Венецианская республика не щадила ни усилий, ни денег, чтобы поднять на как можно более высокий



Рецепт, написанный рукой Коперника

уровень единственное на ее территории высшее учебное заведение. Для этой цели было создано даже специальное учреждение, в задачу которого входило заботиться о соблюдении интересов университета и о привлечении на падуанские кафедры знаменитейших ученых. В результате авторитет Падуанского университета поднялся так высоко, что предложение занять в нем кафедру стало рассматриваться как отличие, и даже родовая знать считала профессорское звание почетным.

Особенно хорошо в Падуанском университете было поставлено преподавание медицины. Лекции по медицине читали восемь профессоров, из них четыре — по теоретической

и четыре — по практической медицине.

Среди теоретиков следует назвать Габриэля Церби, анатома, терапевта и философа, автора «Анатомии человеческого тела», «Анатомии ребенка» и других трудов по медицине, а также Пьетро Трамполино, который наряду с медициной и философией занимался также математикой. Практическую медицину преподавали Джованни де Аквила, Джироламо де ла Торре и Бартоломео ди Монтаньяна, автор выдающихся работ по гигиене и инфекционным заболеваниям. В Падуе работал (а может быть, и был профессором университета) Антонио Гацци, автор известного трактата «Венец медицины, использующей лечебные травы, или как сохранить здоровье». Особые профессора обучали хирургии. Медицинский факультет Падуанского университета располагал анатомическим театром. Был при университете и огород, в котором выращивались лекарственные растения.

Изучали медицину в течение трех лет. За время обучения необходимо было прослушать соответствующие лекции и ассистировать при вскрытии трупов в анатомическом театре. Затем студент должен был пройти годовую практику под руководством какого-нибудь известного врача и лишь после этого мог участвовать в диспутах и сдавать экзамены для получения докторской степени.

Выполняя возложенные на него капитулом обязательства, Коперник усердно изучал медицину, штудировал анатомию, гигиену, знакомился с лекарственными веществами и их действием и даже интересовался, недостойной духовного лица хирургией. Сохранились сделанные его рукой пометки на полях книг, на чистых страницах. Относятся они

главным образом к различным рецептам.

Кроме изучения медицины, Коперник должен был завершить свое юридическое образование. Для этого необходимо было дослушать некоторые курсы лекций и получить степень доктора (канонического) права. Докторскую степень Коперник решил получить не в Падуе, а в Ферраре. Возможно, что его решение было продиктовано чисто финансовыми соображениями: получение докторского диплома в различных университетах стоило неодинаково. Так, из трех университетов — падуанского, болонского и феррарского — самым «дорогим» был первый, а самым «дешевым» — последний.

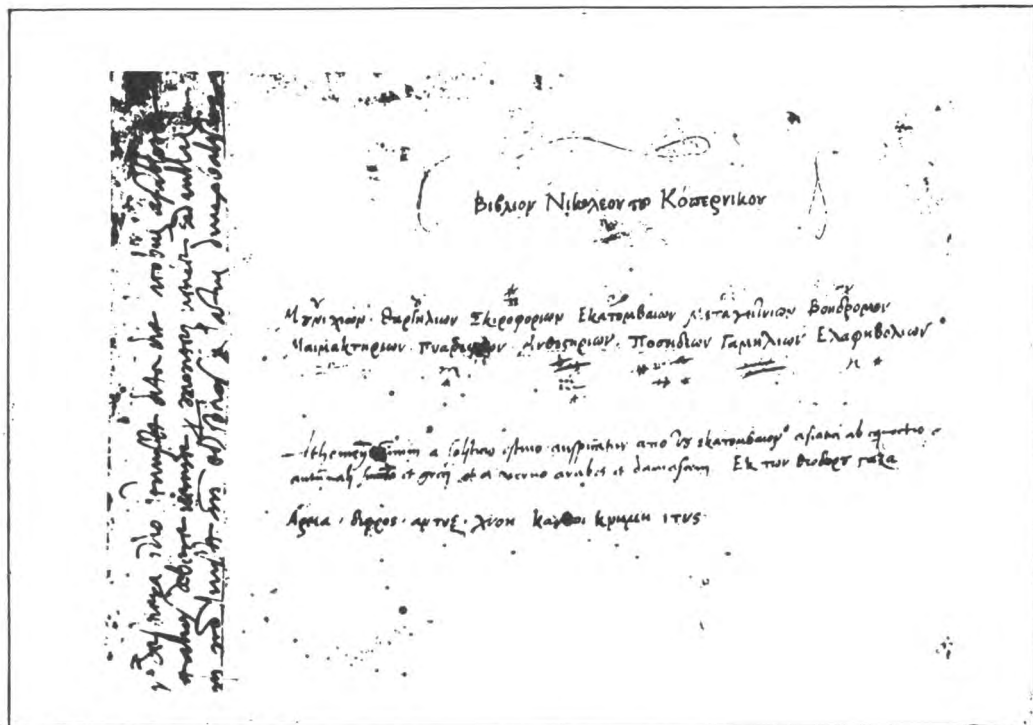
Для получения докторской степени кандидат должен был прежде всего явиться и под присягой сообщить, что прошел весь курс юридических наук. Затем он должен был подыскать себе двух «промоторов», причем одного — непременно из состава профессорской коллегии. Промоторы устраивали кандидату пробный экзамен и, если результаты экзамена были удовлетворительными, свидетельствовали под присягой, что кандидат достаточно подготовлен, чтобы быть допущенным к основному экзамену. Лишь после этого собиралась экзаменационная комиссия и проверяла, сколь глубоки и обширны познания кандидата. После экзамена кандидат должен был продемонстрировать свое красноречие и, если ему удавалось благополучно пройти и это испытание, его торжественно, по специально разработанному ритуалу, посвящали в доктора. Сначала промотор вручал новоиспеченному доктору закрытую книгу, «дабы тот знал, что должен бережно хранить в памяти все, чему успел научиться», затем раскрывал ее, дабы новый доктор

«понял, что должен расширять свои знания». На голову доктора надевали берет, ибо он «заслужил эту почесть победой, одержанной над самим собой, и беззаветной борьбой за процветание своего университета», на палец надевали золотой перстень, дабы он знал, что «должен служить божественной справедливости так же верно, как жена стоять рядом с мужем... и подобно тому, как он сам обручен чистейшим из металлов, все что ни задумал, должен осуществлять свой замысел от чистого сердца». В заключение промотор отдавал новому доктору «поцелуй мира, дабы тот мог заслужить мир, если будет его сеять, и распространял не дрязги, а лишь мир и согласие»*.

Весной 1503 г. Коперник прибыл в Феррару. В качестве промоторов он избрал двух знаменитых профессоров Антония Леути Филиппа Барделла. Сдав успешно пробный экзамен, Коперник 31 мая 1503 г. предстал перед экзаменационной комиссией. Пройдя и это испытание, Коперник преодолел и последний искус — выступление его было признано удачным. Комиссия присудила Копернику звание доктора права, а нотариус сделал в книге следующую запись: «Наидостойнейший и высокоученый муж, господин Николай Коперник из Пруссии, каноник вармийский и схоластик костела св. Креста во Вроцлаве**», изучавший право в Болонье и Падуе, единогласно утвержден в

* Из книги J. Wasiutyński, *Kopernik, twórca nowego nieba*, Warszawa, 1938, str. 159.

** Во время пребывания в Падуанском университете (в конце 1502 г.) Коперник был возведен в должность схоластика при костеле св. Креста во Вроцлаве. Документы, подтверждающие его назначение, были переданы доверенному лицу для получения доходов, связанных с этой должностью.



Верхняя часть титульной страницы греческого словаря Хрестония, принадлежавшего Копернику

их числу принадлежали такие ученые, как известный эллинист Никколо Леонико Томео, возглавлявший специально созданную в 1497 г. кафедру древней философии и литературы, Иоанн Кальфурниус, профессор латинской и греческой риторики, Раффаэль Реджио, известный издатель, комментатор и критик произведений античных авторов, выдающиеся эллинисты Джованни Лука да Камерино и Марко Музуро. Таким образом, найти хорошего учителя греческого языка Копернику было нетрудно.

На ком из учителей Коперник остановил свой выбор, мы не знаем. Известно лишь, какими книгами он пользовался. Так, он приобрел вышедший

в 1500 г. греческий словарь Яна Баптиста Хрестония, друга Пико делла Мирандола. На первой странице словаря Коперник даже написал по-гречески, что она является собственностью Николая Коперника. По-видимому, в этой надписи проявилась радость от усвоения начал греческого языка. Другим учебником Коперника была греческая грамматика Теодора Газы, опубликованная в 1495 г. в Венеции. Вскоре Коперник научился бегло читать по-гречески. Книги оказались очень интересными и значительно расширили его кругозор, ознакомив творца новой астрономии с различными философскими системами.

По счастливому стечению обстоя-

тельств Коперник мог получить много сведений о взглядах древних авторов из книг, лишь недавно вышедших из печати. Одна из таких книг была издана в 1501 г. в Венеции — энциклопедический трактат Иеремии Валла, сокращенное название которого гласило: *De expetendis et fugiendis rebus* [О вещах, к которым следует стремиться и которых надлежит избегать]. Среди сведений из различных областей науки Валла поместил в своей книге перевод на латинский язык небольшой работы Плутарха *De placitis philosophorum* [О философских взглядах]. В этой работе говорилось и о том, что пифагорейцы приписывали Земле движение, и, в частности, упоминались имена Филолая и Экфанта, сообщалось об Аристархе Самосском и его учении о движении Земли.

Коперник все отчетливее видел ошибочность геоцентрической системы Птолемея. Сравнение с данными наблюдений обнаружило ошибочность птолемеевской теории движения Луны, а положения планет, вычисленные на основе геоцентрической теории, не согласовались с наблюдениями. В довершение всего вся птолемеевская система была неестественно сложной. Она исходила из непонятных предположений, которые нельзя было ни обосновать, ни объяснить. Почему, например, центры эпициклов Меркурия и Венеры должны непременно располагаться на прямой, соединяющей Землю с Солнцем? Где, собственно, находятся эпициклы этих планет — перед Солнцем или за ним? Почему верхние планеты описывают петли на фоне звезд? Почему радиусы, направленные из центров эпициклов к планетам, всегда параллельны направлению Земля — Солнце? Если бы речь шла лишь о какой-

нибудь одной планете, можно было бы сослаться на игру случая, но так как указанным свойством обладают все планеты, то никакой случайности здесь быть не может. Более того, замеченный факт ясно указывает на особое положение Солнца в нашей планетной системе. На это обстоятельство обратили внимание еще Региомонтан и Ян Шеллинг из Глогува.

Копернику становилось все более ясно, что если принять Солнце за центр, вокруг которого обращаются планеты, в том числе и Земля, то все непонятные особенности движения планет, о которых говорилось выше, удалось бы объяснить простым и естественным образом. Необходимо было лишь расположить орбиты Меркурия и Венеры внутри орбиты Земли, а орбиты Марса, Юпитера и Сатурна — снаружи. Тогда перечисленные выше особенности движения планет можно было бы без труда объяснить как результат наложения истинных движений планет вокруг Солнца и их кажущихся движений, являющихся следствием движения самой Земли. Так к концу пребывания в Италии в мыслях Коперника окончательно сформировалась основная концепция гелиоцентрической системы мира.

Но перед Коперником неотступно стояла проблема обоснования полученных им выводов, подкрепления их данными наблюдений. Как уже упоминалось, необходимые ему наблюдения, произведенные еще в глубокой древности, Коперник обнаружил на страницах региомонтовских «Извлечений из Альмагеста». Правда, эти наблюдения не отличались высокой точностью, зато их было достаточно много и, что самое главное, они были проведены за весьма продолжительный промежуток

времени. К сожалению, хаос в хронологии не позволял воспользоваться ценными данными, и Коперник вновь обратился к начатой еще в Болонье работе по их упорядочению.

Данные о греческом календаре Коперник почерпнул из приложенной к грамматике Газы небольшой работы того же автора «О месяцах». Правда, названия месяцев приводились и в словаре Хрестония, но там встречались опечатки. Штудировал Коперник и сочинения других авторов, вылавливал из них данные о месяцах, о вычислении календарных дат, сопоставлял, сравнивал и постепенно из обрывочных данных создавал монолитное целое. Работа была очень долгой и кропотливой. Завершить ее удалось лишь по возвращении в Вармию.

Тем временем срок пребывания

Коперника в Италии подошел к концу. В конце сентября 1503 г. ученый покинул солнечную Италию и отправился домой, в свою холодную прибалтийскую землю. С родины Возрождения и гуманизма он увозил не только звание доктора канонического права и познания в медицине, как его обязывало обещание, данное им капитулу, но и основательное знакомство со своей любимой наукой — астрономией. И самое главное: Коперник возвращался на родину как ученый, наметивший ясный план исследований, выносивший в основных чертах концепцию новой гелиоцентрической системы мира. Новая система мира полностью поглотила все мысли нашего астронома и стала главной целью его последующей многолетней работы, делом всей его жизни.



11. НА СЛУЖБЕ У ДЯДИ-ЕПИСКОПА

*...великой важности Лукашпастырь достойный,
вершитель судеб, набожностью своей известный...
Пред ним муж ученый, как верный Азат пред
Энеем...*

Л. Корвинус «Прощание с Пруссией»

После долгого отсутствия Николай Коперник снова вернулся в Вармию и был введен в круг многообразных обязанностей, налагаемых званием каноника. Обязанности эти были тесно связаны как с разносторонней политической деятельностью епископа Лукаша Ватценроде, так и с особым положением, которое занимала вармийская епархия по отношению к польскому государству и соседнему с ней Тевтонскому ордену.

Этот своеобразный уклад сложился в XIII и XIV вв. В 1243 г. захваченная крестоносцами Пруссия была разделена на четыре епископства: померанское, вармийское, самбийское и хелминское. В трех первых епископы осуществляли полномочное правление лишь в одной трети своих епархий, разумеется, оставаясь при этом духовными владыками на территории всего епископства. Вармийская епархия отличалась от них. Она сохранила известную независимость от Тевтонского ордена, бывшего формально ее протектором, никогда не была ему подвластна и поддерживала прямые и тесные отношения с Римом. Основы независимости вармийской епархии заложил в 1260 г. епископ Анцельм, учредив по примеру Магдебурга капитул при созданной им в Браневе кафедре. Вскоре после подавления восстания

в Пруссии в 1260—1279 гг. капитул был переведен во Фромборк, где и остался. Среди привилегий, предоставленных капитулу Анцельмом, важнейшей было право свободного выбора епископов*, не дававшее рыцарям Тевтонского ордена возможности сажать на вармийский епископский престол своих представителей и позволявшее Вармии в течение долгого времени в значительной мере сохранять свою независимость. В соответствии с решением епископа Анцельма вармийский капитул состоял из 16 каноников. В их число сначала входили 5 прелатов: настоятель, декан, казначей, кантор и схоластик (последняя должность была упразднена в XIV в.). Первое место среди прелатов занимал настоятель. Он руководил деятельностью капитула, председательствовал на заседаниях, занимался общественными делами капитула, ведал вопросами его представительства и от имени капитула принимал новых каноников. Следом за ним в иерархии шел декан, в обязанности которого входили управление внутренними делами капитула и вопросы, связанные с отправлением религиозного культа. Казначей осу-

* Находившиеся под властью Тевтонского ордена прусские епископства были лишены такого права.

ществлял надзор над церковным имуществом и имуществом самого капитула, а в обязанности кантора, насколько известно, входило лишь руководство церковным хором.

Каноников избирал капитул при участии епископа, причем последний наравне с канониками обладал при голосовании лишь одним голосом. Однако право свободного избрания каноников ограничивала привилегия, позволявшая папе назначать угодных ему лиц. Лишь в XV в. папа Николай V (1447—1455) специальной буллой признал за вармийскими епископами и капитулом право самостоятельно назначать каноников на вакансии, образовавшиеся в четные месяцы.

Из приходившейся на долю епископа части вармийской епархии одна треть была выделена для капитула, причем в основном эти земли группировались вокруг Фромборка, Мельзака * и Ольштына. Таким образом, хотя доходы капитула значительно уступали доходам епископа, на принадлежавших капитулу землях последний наряду с епископом осуществлял всю полноту власти со всеми вытекающими отсюда правами и привилегиями. Епископ же исполнял во всей епархии роль высшей церковной инстанции и перед лицом внешнего мира выступал как правитель и представитель епархии и капитула.

Для управления своим хозяйством капитул избирал, обычно на три го-

да, администратора, резиденция которого находилась в Ольштынском замке. Одновременно этот администратор исполнял и функции правителя Ольштына: выделял земли поселенцам, назначал и собирал налоги, производил суд и следствие не только над холопами, но и над шляхтой. В обязанности его входило также снабжение принадлежавших капитулу замков оружием, боеприпасами и продовольствием. Записывали каноники в капитуле и другие должности. Например, заметную роль в жизни капитула играли так называемые визитаторы, производившие инспекции владениям капитула и контролировавшие границы, отделяющие земли капитула от земель тевтонского ордена. Канцелярией капитула заведывал канцлер.

Среди светских, не относящихся к капитулу должностных лиц епископства высокое положение занимал войт, в руках которого была сосредоточена военная и отчасти судебная власть.

Обязанности каноников не были чересчур обременительными. Во-первых, они должны были жить в отведенных им близ собора домах, однако и от этой «повинности» каноники нередко ухитрялись избавиться. Затем они должны были принимать участие в богослужениях и уплачивать определенные денежные взносы в казну капитула. Так, вновь принятый каноник выплачивал 8 гривен на нужды церкви, 10 гривен капитулу, 10 гривен на нужды принадлежавшей капитулу пекарни, 20 гривен за усадьбу, называвшуюся *allodium*, и вносил плату за предоставляемый ему дом в размере, который устанавливался каждый раз особо (подобный дом назывался *kuria*).

Обязанности каноника с лихвой возмещались доходами и привилегия-

* Мельзак в 1948 г. был переименован в Пененжно, в честь семьи Пененжных, издателей и деятелей польского движения в первой половине XX в., имевших большие заслуги перед Вармией и Мазурами. Поскольку это название совсем новое и происходит от фамилии современных деятелей, в тексте мы всюду пользуемся историческим названием города — Мельзак.

значительный денежный и натуральный доход как с принадлежавшей канонику усадьбы — *allodium**, так и с общих владений капитула. Всем каноникам капитул обеспечивал спокойное, зажиточное существование. Разумеется, большинство капитула составляли отпрыски знатных прусских родов главным образом из городского населения. В отличие от Короны* дворянский элемент был представлен слабо. Вследствие сильно развитого кумовства в капитуле нередко заседали люди, находившиеся между собой в близком родстве. При выборе каноников решающее значение имели отнюдь не религиозные убеждения кандидатов. В результате каноники часто не были рукоположены в сан священника, а имели лишь низшие степени священства, и во время богослужения их приходилось заменять vikariami. Зато каноники не всегда старались уклониться от мирских дел, а их манеры подчас не отличались излишней суровостью. О том, сколь глубоко укоренились среди каноников мирские навыки и привычки, свидетельствует хотя и незначительный, но весьма красноречивый факт: предшественник Ватценроде епископ Николай Тунген вынужден был запретить каноникам являться на заседания капитула с оружием.

Зажиточная, спокойная, избавленная от обременительных повседневных обязанностей жизнь позволяла каноникам иметь достаточный досуг и заниматься наукой. Среди них нередко можно было встретить людей образованных, независимо мысля-

* Корона (или Корона Польского королевства — *Corona Regni Poloniae*) — возникшее в середине XIV в. историческое название Польши, сложившееся после унии с Великим княжеством Литовским. — *Прим. перев.*



Епископ Лукаш Ватценроде

щих, принадлежащих к кругам культурной элиты Вармии и Пруссии. Этому во многом способствовал устав капитула, не только не запрещающий каноникам изучать науки, но даже поощрявший подобные занятия. Каноник, изъявивший желание учиться и, разумеется, получивший на то разрешение капитула, освобождался от всех обязанностей с сохранением, однако, доходов и привилегий. В соответствии с уставом каноники имели право изучать теологию, право или медицину.

В столь специфических условиях, которые сложились в Вармии, положение епископа мало чем отличалось от положения удельного князя. Именно такой пост и занимал

Лукаш Ватценроде. Он получал огромные доходы, около 15 тысяч гривен в год, то есть такую же сумму денег, которую получали лица, занимавшие высшие церковные посты в Польше: архиепископ гнезненский и епископ краковский. В этих условиях Лукашу Ватценроде не составляло особого труда оказывать материальную помощь своим родственникам. Он относился с вниманием и заботой не только к молодым Коперникам, но и к своему родному сыну Филиппу Тешнеру, которого Ватценроде отправил в вармийский город Бранево, а впоследствии помог стать бургомистром этого города.

Географическое положение Вармии, частично окруженной поселениями Тевтонского ордена, и политическая ситуация, сложившаяся в то время, обуславливали состояние непрерывного напряжения, которое царило в этом крае под угрозой нашествий крестоносцев. Правда, время от времени наступали периоды относительного покоя и даже дружеских личных контактов епископа Ватценроде с великим магистром Тевтонского ордена, как это, например, происходило в 1505—1507 гг., то есть непосредственно после возвращения Коперника в Вармию, однако мирные периоды были непродолжительными.

Крестоносцы не могли смириться с потерей власти над Вармией и частью Пруссии, названной Королевской, и всеми средствами стремились вновь установить свое господство над этими землями. Особенно раздражение у рыцарей Тевтонского ордена вызывала пропольская и антитевтонская позиция епископа Ватценроде, резко отличавшаяся от позиции его предшественников, проводивших политику в интересах ордена. Ватценроде выражал интересы и взгляды прусского городского насе-

ления, стремящегося к союзу с польским государством при сохранении значительной автономии. Ясно, что подобная позиция епископа являлась серьезным препятствием на пути к осуществлению захватнических планов ордена. Неудивительно поэтому, что провокационные и агрессивные маневры крестоносцев были направлены в первую очередь против Вармии и ее епископа. Он же, будучи человеком твердым и решительным, не думал ни в чем уступать ордену и прилагал все усилия к тому, чтобы оградить свою епархию от притязаний крестоносцев.

Красноречивым примером той позиции, которую занимал Ватценроде даже в делах, не имевших особо важного значения, может служить конфликт между ним и великим магистром Гансом фон Тифеном, происшедший осенью 1493 г., в самом начале правления Ватценроде в Вармии. Конфликт разгорелся из-за пустяка. Наглый капеллан крестоносцев, ксендз Маргиль, избил вармийского учителя и был за это вызван на суд к епископу Ватценроде. За капеллана вступился великий магистр, предложив епископу встретиться и договориться о спорном деле в келье некоего отшельника под Бранево. Ватценроде согласился на встречу, но, вместо того чтобы прибыть в келью, уведомил магистра, что ожидает его в городской ратуше Бранева — города, входящего в состав Вармии. Волей-неволей фон Тифену пришлось прибыть в указанное место, хотя это и задевало его престиж. Обе стороны не пришли ни к какому соглашению, ибо в принципе речь шла не о столь незначительной особе как капеллан, а о гораздо более важных вопросах юрисдикции каждой из сторон. В конце концов Ватценроде предложил в качестве выхода из создавшейся си-

туации обратиться за разрешением вопроса к польскому королю, что, по-видимому, не очень понравилось великому магистру.

Разумеется, деятельность Ватценроде отнюдь не исчерпывалась столь незначительными делами. Он прилагал все усилия к полному и окончательному разрешению проблемы Тевтонского ордена. Его соратником в нелегкой борьбе был Каллимах, вернувшийся в 1493 г. в Торунь из заграничного путешествия. Результатом их совместной деятельности был план переселения крестоносцев на польско-турецкую границу — в Подолию, где Тевтонский орден не только перестал бы быть угрозой для Польши и главным образом для Вармии, но даже мог бы действовать в интересах Польши, взяв на себя роль бастиона в защите ее рубежей от турецких набегов. Обоснование плана было просто и логично. Ведь крестоносцы с давних пор утверждали, что их целью является борьба с неверными и защита христианства, и все же, вопреки здравому смыслу, они осели в Пруссии, где им уже давно не с кем сражаться и некого обращать в христианскую веру, ибо ни в Пруссии, ни по соседству с ней уже давно не было язычников. В то же время на юго-восточных рубежах Польши они могли в полной мере претворять в жизнь провозглашенные ими цели. Разумеется, предложенное Ватценроде и Каллимахом решение проблемы оказалось неприемлемым для крестоносцев. В своей практической деятельности они уже давно отошли от сформулированных еще в XII веке христианско-рыцарских задач своего ордена. И хотя они по-прежнему продолжали ссылаться на свою священную миссию, это был не более чем предлог, к тому же плохо маскиро-

вавший их отнюдь не христианскую жажду власти, стремление к богатству, захватнические тенденции и чванливую спесь. Уж не для того ли, чтобы доказать свою верность давно забытому ими уставу своего ордена, крестоносцы опустошали лишь незадолго до того созданное государство, оказавшее к тому же немало услуг их ордену? Неужели грабительские набеги на мирные города и были жестокой войной с грозным противником — неверными?

Проектом переселения крестоносцев на юг польско-литовского государства живо заинтересовался король Ян Ольбрахт (1492—1501), считавший организацию обороны от турецких нашествий задачей первостепенной важности. К сожалению, план этот никогда не был осуществлен.

Тем временем напряженность между орденом и Вармией росла. Учтивая создавшуюся обстановку, Ватценроде в 1496 г. отправил с дипломатической миссией в Рим Ежи Пранге, стремясь найти мирное решение проблемы. Миссия не принесла ожидаемого результата, и в этой ситуации в августе 1502 г. капитул принял решение обратиться к папе с просьбой об учреждении специальной судебной комиссии для разрешения конфликтов между Вармией и крестоносцами на месте. Подготовка документов к заседанию комиссии и сбор жалоб у членов капитула были поручены каноникам Скультети и Андрею Копернику.

Позиция, занимаемая Ватценроде, его деятельность вызывали у крестоносцев жгучую, хотя и бессильную ненависть, о чем красноречиво свидетельствуют записи летописца ордена крестоносцев. В них Ватценроде фигурирует не иначе, как «великий изменник», «воплощение дьявола, готовый на самые мерзостные и непо-

требные деяния». Неоднократно мелькают на страницах летописи и мольбы к богу, чтобы он «взял к себе воплощение дьявола, или — если тот будет жить — сделал так, чтобы не строил больше козней». В более поздние времена гроссмейстер ордена Вильгельм фон Изенбург написал против вармийского епископа памфлет, полный ядовитой клеветы и низкопробных обвинений.

В такой атмосфере приступил к своей деятельности Николай Коперник. Он сразу же попал в вихрь политических и хозяйственных дел, ибо дядя-епископ постоянно держал его при себе. То, что выбор Ватценроде пал именно на своего племянника, легко объяснимо. Епископ проводил весьма активную политическую деятельность, и ему нужен был верный и надежный помощник, на которого он мог бы без опасений положиться. Николай Коперник не только происходил из того же рода, что и его опекун, но и от отца и деда воспринял патриотические убеждения, такие же, какие разделял и Ватценроде. Узы близкого кровного родства служили дополнительной гарантией верности.

Уже с 1 по 4 января 1504 г. Николай Коперник был помощником своего дяди на съезде представителей прусских провинций в Мальборке, созванном королем Александром Ягеллончиком (1501—1506). От имени короля на съезд прибыл Николай Косьцелецкий в сопровождении молодого королевского секретаря Яна Флахсбиндера по прозвищу Дантишек* (1485—1548), бывшего родом

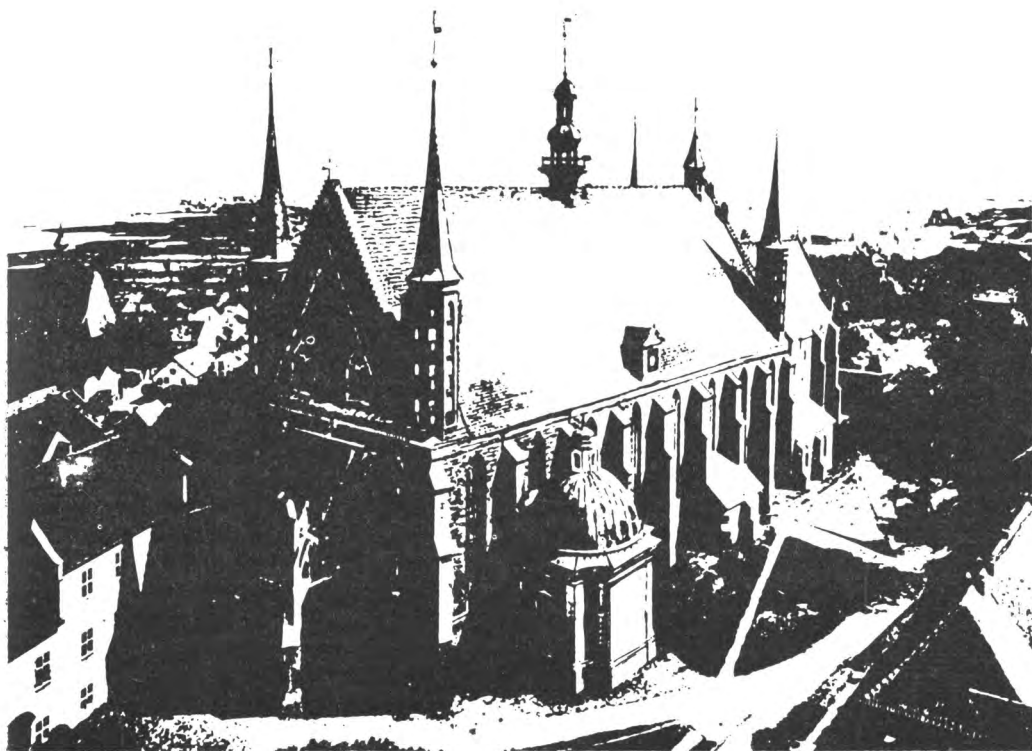
* Прозвище Флахсбиндера происходит от латинского слова *Dantiscus*, то есть гданьский. Дантишек носил также фамилию фон Хёфен или ее латинизированную форму *De Curiis*, что означает «при дворе». Свобода в выборе фамилий была характерна для той эпохи.

из Гданьска. Возможно, что Николай Коперник был с ним знаком и прежде. Как бы то ни было, в последующие годы он не только часто встречался с Флахсбиндером, но и установил с ним дружеские отношения.

В самом начале съезда, 2 января, королевский посол обратился к представителям прусских провинций с призывом послать своих делегатов на сейм в Пётркув, назначенный на 21 января с целью принятия присяги на верность королю от Пруссии и Вармии, однако представители прусских провинций не спешили с принятием решения. Поскольку дело не терпело отлагательств, епископ сразу же назначил следующий съезд в Эльблонге на 18 января.

Эльблонгский съезд, продолжавшийся с 18 по 20 января, рассмотрел два вопроса. Одним из них была проблема прусской монеты, которая давно обесценилась в результате того, что ряд городов и крестоносцы чеканили фальшивую монету. Преступный промысел, служивший фальшивомонетчикам источником огромных доходов, подрывал экономику Пруссии и Вармии. Дебаты на эту тему не привели к какому-либо улучшению ситуации, поскольку съезд ограничился принятием решения о мерах борьбы с переплавкой монет на фальшивые, содержащие меньшую долю золота или серебра. Для Николая Коперника это была первая встреча с важной проблемой, которую ему пришлось неоднократно обсуждать впоследствии.

Другим вопросом, которым занимался эльблонгский съезд, было принятие присяги на верность королю. Съезд постановил не посылать требуемых делегатов на сейм, а просить короля лично прибыть для принятия присяги в Пруссию. Послы были назначены лишь для того, чтобы



Фромборкский собор

сообщить королю о решении съезда.

Обычно подданные сами приезжали к своему владыке и приносили ему присягу, но Александр Ягеллончик, не желая вызывать лишних обострений, уступил и выразил согласие прибыть для принятия присяги в Пруссию. В связи с этим Ватценроде, а с ним, по-видимому, и Николай Коперник выехали 21 марта в Торунь, где 2 апреля начинался Совет Королевской Пруссии и где должен был присутствовать король Александр Ягеллончик. Заседания и переговоры продолжались с перерывом на пасху до 12 мая. Король подтвердил привилегии Пруссии, а представите-

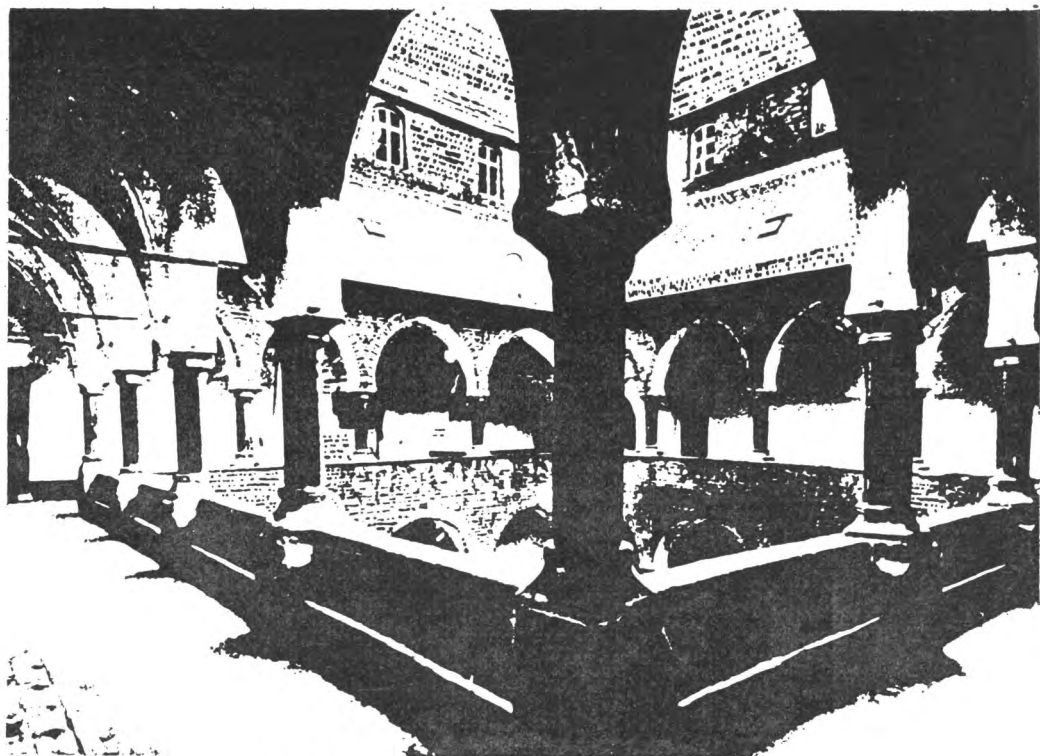
ли прусских провинций принесли ему присягу на верность.

12 мая король выехал через Мальборк и Эльблонг в Гданьск, куда прибыл 25 мая, чтобы затем 8 июня отправиться снова в Мальборк. В Эльблонге король принял вассальную присягу от населения города. На протяжении всего путешествия короля сопровождали Ватценроде и Коперник. С 11 по 21 июня в Мальборке состоялась еще одна встреча монарха с Советом Королевской Пруссии. Этой встречей заканчивалось его пребывание в Пруссии. В июле Александр Ягеллончик покинул ее пределы.

Еще в том же году, с 29 сентября

по 3 октября, Ватценроде принял участие в съезде представителей прусских провинций. Столь же высокую активность проявлял епископ и в последующие годы. Помимо частных выездов на съезды представителей прусских провинций и на собрания Совета Королевской Пруссии, перечислять которые здесь было бы неуместно и вряд ли представило интерес, Ватценроде совершал и более далекие поездки, связанные с решением общегосударственных проблем. Так, в мае 1505 г. он присутствовал на сейме в Пётркуве, а год спустя по дороге в Вильно, к королевскому двору, по приглашению великого магистра нанес ему визит в Кенигсберге.

Есть основания полагать, что спутником Ватценроде во многих поездках был Коперник, хотя его присутствие не всегда находит документальное подтверждение. Поэтому во Фромборке он бывал редким гостем, и нам даже не известно, было ли у него в ту пору там свое жилище. Чтобы узаконить частое отсутствие Коперника и прежде всего невыполнение им основного требования, налагаемого уставом капитула на каноников, — неотлучное пребывание при соборе, капитул 7 января 1507 г. официально освободил Коперника от этой обязанности, именуя его «каноником, состоящим при епископе Ватценроде», и вверил его заботам попечение о здоровье епископа. Осво-



Внутренняя галерея в лидзбарском замке

божденный от необходимости пребывать при соборе, Коперник не только полностью сохранил свои доходы, но и за исполнение новых обязанностей стал получать от капитула дополнительно по 15 гривен в год.

Образ жизни, который приходилось вести Николаю Копернику, несомненно, был разнообразным, интересным и поучительным. Даже в периоды, когда не нужно было совершать никаких поездок и он находился в замке епископа в Лидзбарке, ему приходилось встречаться со множеством самых разных людей. Приезжали не только представители прусских земель и городов, бургомистры, войты и горожане, но и королевские послы и крестоносцы. Епископ активно занимался политикой и в силу своего положения был политическим деятелем, имевшим большой вес. Понимали это и члены Тевтонского ордена, и королевские послы, причем у последних Ватценроде своей неизменной и твердой позицией снискал глубокое доверие. Ягеллоны поддерживали с епископом тесные контакты, называя его «надежнейшей опорой династии, наивернейшим жителем королевства».

Тем временем Ватценроде начал все чаще принимать участие в делах общегосударственного значения. 25 января 1507 г. он присутствовал, по-видимому вместе с Коперником, в Кракове на коронации короля Сигизмунда I Старого (1506—1548) и, побывав 8 марта 1508 г. в столице, выступил 8 мая того же года на съезде представителей прусских провинций как королевский делегат. С 9 марта по 16 апреля 1509 г. Ватценроде принимал участие в заседаниях сейма в Пётркуве, откуда в мае вернулся в Лидзбарк, но, по-видимому, один, без Коперника. Коперник же отправился в Краков, где отдал в печать вы-

полненный им латинский перевод (с греческого) «Писем» византийского историка и писателя VII века Теофилакта Симокатты. Книга эта была напечатана в типографии Яна Галлера и вышла в свет во второй половине 1509 г. под длинным, по обычаю того времени, названием: *Theophilacti scolastici Simocati ep[isto] de morales, rurales et amatorie, interpretatione latina* [Теофилакта схоластика Симокатты письма моральные, сельские и любовные, на латинский язык переведенные]. Вероятно, Коперник не имел возможности наблюдать за печатанием своего перевода до самого его конца, ибо в книге имеется множество опечаток, свидетельствующих о небрежной корректуре.

«Письма» содержат 85 коротких, довольно разнородных рассказов на

Theophilacti scolastici Simocati eple morales: rurales et amatorie interpretatione latina:



Титульный лист «Писем» Симокатты

describitque quantum sibi voluptatis attulerint sequentes Theophylacti Epistolae, et quam dulcis sit a natalo solo extorri, in patriam reditus [Поэма Вавринца Корвина, писаря королевского города Вроцлава, в которой он прощается с Пруссией и описывает то огромное удовольствие, которое доставили ему приводимые ниже письма Теофилакта и сколь сладко для изгнанника с родной земли возвращение в отчизну].

В деятельности Коперника «Письма» Симокатты были лишь «литературным эпизодом», ибо их переводом он занимался лишь урывками, в часы досуга. Его же повседневная жизнь была заполнена делами, связанными с политическими и общегосударственными заботами Ватценроде, активность которого не уменьшилась и в последующие годы. 1510 год был и для Ватценроде, и для Коперника весьма напряженным. В феврале епископ участвовал в заседаниях сейма в Пётркуве, в июне присутствовал на съезде в Познани. Съезд этот был особенно важным, ибо имел непосредственное отношение к судьбам Пруссии и Вармии, к которым крестоносцы все смелее протягивали свои руки. В том же году отношения между Польшей и Тевтонским орденом обострились, однако до открытых военных действий дело не дошло, ибо ни одна из сторон не чувствовала себя достаточно сильной для ведения войны. Польша была поглощена решением вооруженного конфликта на своих юго-восточных границах, а крестоносцы не получили ожидаемой помощи от Германии. В этой ситуации обе стороны согласились на переговоры, и их делегации прибыли 24 июня в Познань. В качестве посредников между враждующими сторонами в переговорах приняли участие послы германского императора,

короля Венгрии и немецких княжеств. Присутствовал на переговорах и епископ Ватценроде. Крестоносцы, отдавая себе отчет в том, что им не удастся завладеть Вармией и Королевской Пруссией силой, решили достичь своих целей хитростью, путем переговоров. Они потребовали, чтобы вся Пруссия была отдана во владение Тевтонскому ордену, обязуясь взамен выплачивать ежегодно 50 тысяч дукатов. Маневр крестоносцев был ловким, и некоторым их предложение могло показаться выгодным. Во всяком случае, среди участников переговоров нашлись такие, которые полагали, будто предложение крестоносцев может привести к какому-то результату, однако вся польская делегация решительно выступила против подобного решения прусской проблемы.

Присутствовал ли Коперник на познаньском съезде? По-видимому, да, хотя никаких документальных свидетельств этого до нас не дошло. Можно лишь предполагать, что Ватценроде вряд ли отправился бы на столь важный съезд без своего надежного помощника, главной обязанностью которого было сопровождать епископа.

Функции, выполняемые Коперником при епископе, поглощали все его силы без остатка. Известно, что около 1510 г. Коперник составил карту части Пруссии. К сожалению, сама карта не сохранилась до наших дней, но существование ее подтверждается письмами вармийского каноника Фабиана Лузяньского* (около 1470 — 1523), ставшего впоследствии епископом Вармии. В этих письмах сообщаются весьма интересные подробности. По понятным причинам состав

* Фабиан Лузяньский (Теттингер Меркелингероде).

ленной Коперником картой заинтересовались крестоносцы и вознамерились раздобыть ее для себя. Фабиан взял на себя малопочтенную роль агента крестоносцев и предпринял попытки, к счастью неудачные, выкрасть карту. Об этом и говорится в сохранившейся переписке между ним и канцлером Тевтонского ордена Иоганном фон Шенбергом. Из осторожности Фабиан подписывал свои письма вымышленным именем Ганс Лилиенталь. В первом письме, относящемся к середине 1510 г., он сообщал Шенбергу о том, что не может раздобыть карту, поскольку магистр (то есть Коперник) в связи с неожиданным и срочным отъездом еще не успел закончить ее, и обещал выполнить поручение в другой раз, когда «он» оставит кому-нибудь ключ. Во втором письме Фабиан выражал надежду, что ему все же удастся выкрасть карту, но в своем третьем и последнем письме уже признавал, что потерпел неудачу. Оправдываясь, Фабиан ссылаясь на то, что приложил много стараний, обыскал «все покои доктора Николая», но карту найти так и не сумел, поскольку тот, по-видимому, «забрал ее с собой или запер в сундуке».

Афера с картой ставит перед нами еще одну проблему: где, собственно, жил в то время Коперник? Из того, что он был каноником, выполняющим особые поручения епископа, и лекарем последнего, можно заключить, что и жить он должен был вместе с Ватценроде в лидзбаркском замке. Но почему тогда Фабиан Лузяньский мог так свободно обыскивать его покои в многолюдном и, следовательно, находящемся под неусыпным контролем замке?

С ноября 1510 г. Коперник начинает выполнять различные функции в капитуле, занимает высокое поло-

жение канцлера (1510—1513), а с 8 ноября 1510 г. по 8 ноября 1511 г. вместе с Фабианом Лузяньским состоит визитатором. В качестве визитаторов оба в соответствии с уставом капитула совершили поездку в Ольштын, куда прибыли 1 января 1511 г., чтобы вместе с управляющим земельными владениями капитула провести ревизию деятельности местных должностных лиц. Одновременно они привезли для одного из каноников взятую под расписку сумму в 238 гривен и 3 вердунки. Позднее, 31 июля, в сопровождении казначея капитула Андрея Клетца и еще двух каноников Николай Коперник и Фабиан Лузяньский присутствовали в качестве свидетелей при передаче в казну капитула денег, привезенных из Ольштына каноником Бальтазаром Штокфисшем.

8 ноября 1511 г. Николай Коперник в качестве канцлера капитула подписал счета, представленные ему казначеем Андреем Клетцем. Подпись его стоит и на счетах, датированных 8 ноября 1512 г. и 1513 г. В 1510—1511 гг. Коперник ведал также оплатой счетов за продовольствие.

Как уже говорилось, документы отражают далеко не все стороны кипучей деятельности Коперника в рассматриваемый период. Среди обязанностей и различных поручений, которые он исполнял в то время, могли быть и такие, которые не были внесены в книги капитула. Многочисленные дела требовали неотступного пребывания Коперника при капитуле, и с осени 1510 г. он переезжает на постоянное жительство во Фромборк. По-видимому, в это же время он перестает исполнять обязанности каноника для особых поручений при епископе.

Некоторые биографы Коперника предполагают, что к этому времени

контакт между дядей-епископом и Коперником несколько ослабел, причем произошло это якобы вследствие неких разногласий между дядей и племянником и крутого нрава епископа.

Между тем наступил важный для Вармии 1512 г. Лукаш Ватценроде получил от короля Сигизмунда I Старого приглашение прибыть в Краков на церемонию бракосочетания короля с Барбарой Заполия и уже 15 января выехал в столицу. По дороге в Штутте он 19 января принял представителей Гданьска, просивших его замолвить за них несколько слов у короля.

Вероятно, среди спутников епископа были каноники Николай Коперник и Ежи Делау. Дальнейший путь до Кракова Ватценроде совершал уже, скорее всего, без Коперника, поскольку никаких документов, подтверждающих пребывание Коперника в Кракове, найти не удалось.

В конце января 1512 г. Ватценроде прибыл в Краков. После церемонии королевского бракосочетания состоялось заседание коронационного сейма, в котором принял участие и Ватценроде.

Около 20 марта Ватценроде пустился в обратную дорогу. 23 марта в Лэнчице епископ внезапно заболел и через три дня в тяжелом состоянии был доставлен в Торунь. Состояние его здоровья в течение последующих двух дней было столь угрожающим, что Ватценроде исповедался и из рук своего родственника хелминского епископа Яна Конопцакого принял последнее помазание. На следующий день, 29 марта 1512 г., Лукаш Ватценроде умер. Никаких документов, подтверждающих, что Николай Коперник присутствовал при кончине своего дяди, нет, хотя не исключено,

что он мог приехать, если не до, то хотя бы вскоре после смерти епископа.

Во всяком случае, в подробном письменном отчете о болезни и смерти Ватценроде, составленном сопровождавшим епископа канцлером Павлом Дейстервальдом, имя Коперника не названо. Более того, в своем докладе Дейстервальд указал: «Опытный лекарь, который смог бы оказать помощь больному, так и не прибыл, и сколько ни посылали за лекарями, прибыли они лишь тогда, когда застали его [епископа] мертвым» *. Отсюда можно сделать вывод, что Коперника в то время в свите епископа не было.

Крестоносцы могли быть довольными. Наконец-то отправился на тот свет человек, бывший «воплощением дьявола», о смерти которого они так долго и страстно просили бога. Кто знает, не подкрепили ли они своих молитв ядом, незаметно подсыпанным одним из их агентов? Болезнь началась внезапно и протекала тяжело, сопровождали ее странные и настораживающие обстоятельства. Павел Дейстервальд, сообщая о болезни и смерти епископа, обращает внимание, что «после смерти тело его покрылось черными пятнами», и выражал удивление по поводу «загадочного начала болезни, сопровождавшегося общим упадком сил, хотя епископ от рождения человек крепкого здоровья и полон сил...». Описанная Дейстервальдом картина весьма похожа на картину отравления, а кому, как не крестоносцам, было желать смерти Ватценроде?

Похороны епископа состоялись 2 апреля во Фромборке. Через три

* J. Sikorski, *Mikołaj Kopernik na Warmii*, Olsztyn, 1968, str. 131.

дня капитул спешно избрал нового епископа, чтобы поставить короля перед свершившимся фактом. Выбор пал на Фабиана Лузяньского, того самого незадачливого агента крестоносцев.

О его неудачных попытках выкрасть составленную Коперником карту капитулу, по-видимому, не было известно.

Фабиан происходил из семьи, имевшей заслуги перед Польшей и преданной королю. Его отец Марцин Теттингер отважно руководил обороной замка в Решле. Замок так и не пал, несмотря на шантаж со стороны крестоносцев, захвативших в плен маленького Фабиана и грозивших убить его. В жилах Фабиана текла и часть польской крови: его мать принадлежала к роду Косьцелцких.

Мать пользовалась большим влиянием на сына, что отмечали те, кто впоследствии имел возможность наблюдать его деятельность на посту главы вармийской епархии. Большое значение для исхода выборов имело и прусское происхождение Фабиана Лузяньского, льстившее местническому патриотизму каноников, никак не желавших видеть чужака своим владыкой.

Сигизмунд Старый опротестовал исход выборов, проведенных без его ведома. Возникли трудности и в Риме, где против нового епископа выступили пять находившихся там вармийских каноников. Ими были: декан Бернард Скультети, приходской священник Кшиштоф Сухтен, Мавриций Фербер, Михаил Сандери и Альберт Бишоф.

Последний не только не признал нового епископа, но и обратился к Риму с просьбой назначить его самого на пост епископа Вармии. Среди же тех каноников, которые нахо-

дились в Вармии, против избрания Фабиана выступил лишь Андрей Коперник, хотя и он вскоре снял свои возражения.

Капитулу предстояло обратиться не только к королю, но и к папе с просьбой о признании нового епископа.

На следующий же день после выборов Николай Коперник вместе с другими канониками подписал полномочия канонику Тидеманну Гизе для ведения переговоров с папой об утверждении результатов выборов. На переговоры с королем капитул 1 июня направил Яна Скультети и Бальтазара Штокфиса. 6 июня 1512 г. было достигнуто предварительное соглашение с королем о том, что впредь капитул имеет право избирать епископа лишь из четырех кандидатов, отобранных королем из числа вармийских каноников. Окончательный текст соглашения был утвержден лишь в декабре. Король признал избрание Фабиана, и новый епископ отправился принести присягу на верность королю. Был приведен к присяге и весь вармийский капитул.

Фабиан Лузяньский, образованный и обладающий изысканным вкусом, был человеком изнеженным и мягким. В отношениях с королем старался придерживаться политической линии своего предшественника, хотя и уступал тому по активности. Необходимо, однако, признать, что без поддержки со стороны Польши оборона Вармии от притязаний крестоносцев была бы невозможна.

Нельзя не отметить и одного характерного для того времени обстоятельства: низкую степень священства новоявленного епископа Вармийского. В ту эпоху нередко случалось так, что избранное на высокий церковный пост лицо не имело даже сана священника. Именно так случилось и с

Фабианом, который к моменту выборов едва достиг ранга субдиакона*.

* В католической церкви различают семь степеней священства: 4 низших (ordines minores) и 3 высших (ordines maiores). Субдиакон — первая (низшая) из высших степеней священства: субдиакон, диакон, пресвитер (священник). — *Прим. перев.*

Он был одновременно рукоположен в священники и посвящен в епископы, после чего, как заметил один из его современников, «отслужил свою первую и последнюю мессу, ибо потом никто не видел, чтобы он еще хоть раз отправлял ее».



12. ПОСЛЕДНЯЯ ВОЙНА С КРЕСТОНОСЦАМИ

*...Нас, как и наших подданных, преследует огнем
и мечом, набегами и разбоем все возрастающее
число врагов...*

*...Со стороны господина Великого магистра нам
угрожает опасность и сила, противиться которой
мы не в состоянии...*

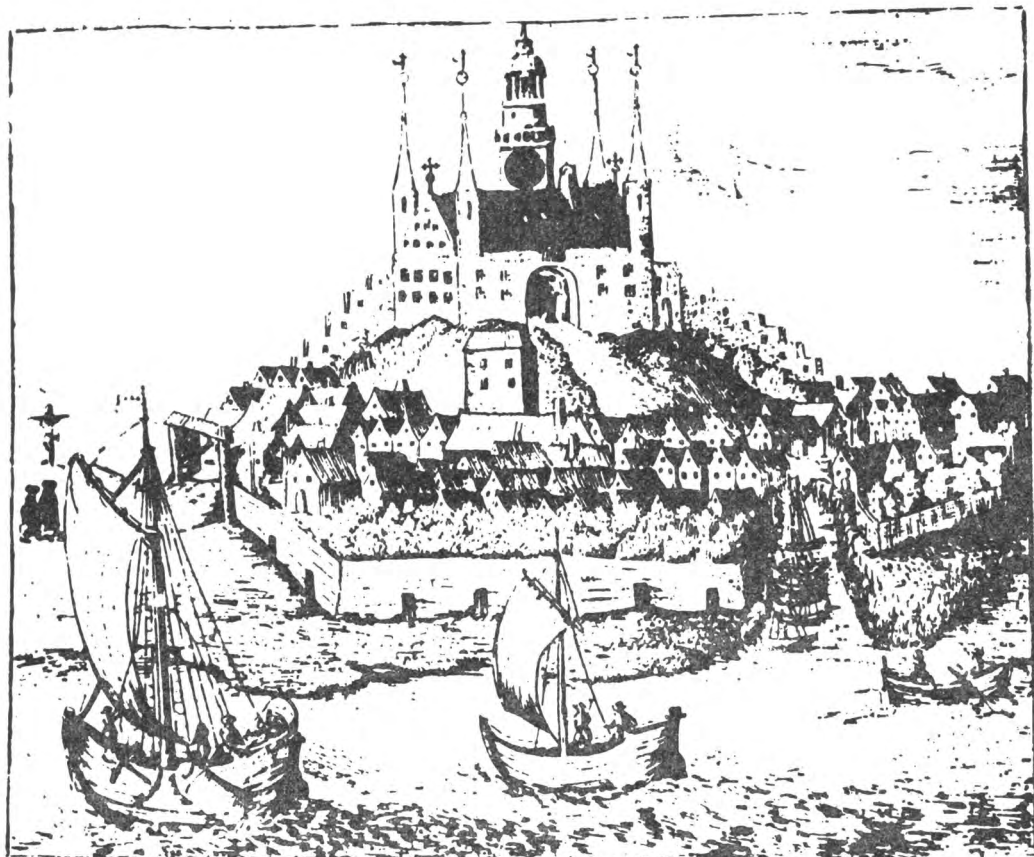
Из «Письма вармийского капитула королю
Сигизмунду I»

Перебравшись во Фромборк, Коперник начал там устраиваться основательно. У него уже было много хороших знакомых среди каноников, а дружеские отношения с одним из них, Тидеманном Гизе (1480—1550), сохранились до конца жизни. Коперник поселился за крепостной стеной, окружавшей собор, в так называемой курии, которую купил за 175 гривен с правом выплаты в рассрочку в течение 4 лет. *Allodium* — усадьба, в которой стояла его курия, была одной из лучших, и Коперник сохранял ее за собой до конца своих дней.

Так Коперник упрочил во Фромборке свое материальное положение. Можно было надеяться, что теперь его ожидает спокойная, ровная жизнь без особых потрясений. К сожалению, действительность оказалась совсем иной. После долгого отсутствия из Рима вернулся брат Коперника — Андрей, который по поручению капитула проводил в апостольской столице судебный процесс против епископа Плоцка Циолка. Андрей вернулся больным ужасной болезнью, которую летописец капитула называет лепрой, или проказой; ею он заразился еще в Риме. Болезнь со временем прогрессировала. Чтобы помочь брату, Николай использовал все свои познания в медицине, но безрезультатно. Внешность больного обезобрази-

ли отвратительные язвы, и каноники не без основания начали опасаться распространения проказы. От Андрея Коперника все отшатнулись. 4 сентября 1512 г. состоялось специальное заседание капитула, на котором обсуждалось состояние здоровья Андрея Коперника. Каноники, ссылаясь на то, что он «небезопасен для их общества» и, следовательно, «его необходимо изолировать, дабы не заразиться при соприкосновении с ним», постановили освободить Андрея Коперника от участия в публичных собраниях и потребовали, чтобы он «перестал досаждать им своим присутствием и поселился где-нибудь в другом месте». Предложили даже выплачивать ему помимо обычных доходов ежегодно еще 15 гривен, однако Андрей не согласился переселиться из Фромборка и денег не взял. Капитул, не желая, чтобы Андрей Коперник считал, что «с ним поступают несправедливо», постановил обратиться за разрешением спорного дела в Рим.

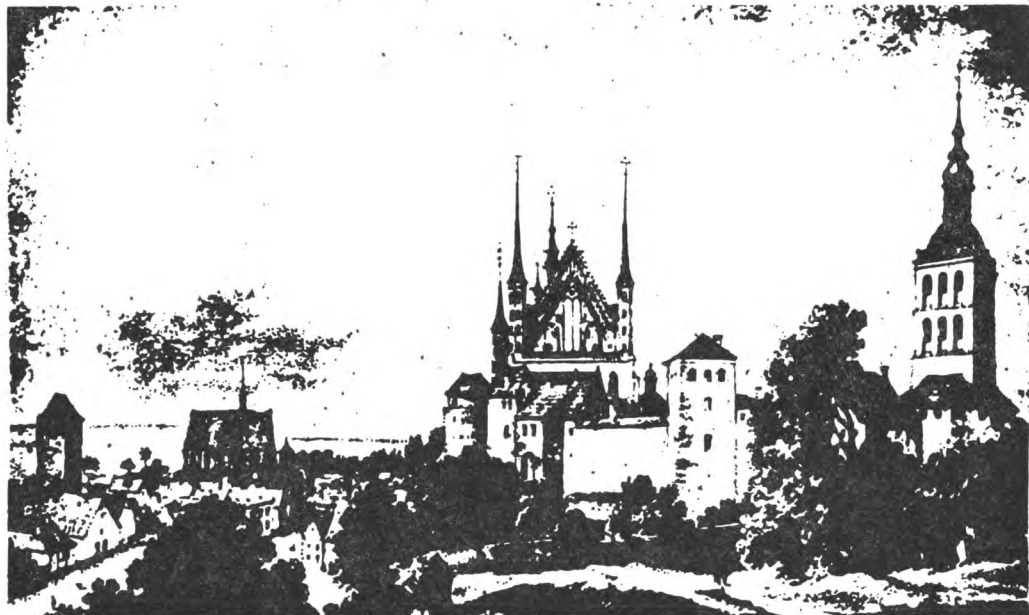
Были хлопоты и помимо болезни. В свое время Андрей Коперник получил еще от Лукаша Ватценроде 1200 венгерских дукатов, предназначенных для церковных нужд, и выдал ему соответствующую расписку. Теперь же капитул потребовал от Андрея отчета за израсходованную сумму. Отчет был представлен, одна-



Фромборк. Рисунок XVII века

ко каноники сочли его «на основании очевиднейших данных недостаточным и фальшивым», потребовали представления подлинного и правдивого отчета, а до того времени постановили наложить арест на доходы Андрея Коперника. В конце концов эта угроза так и не была претворена в жизнь. Может быть, каноники сделали это из уважения к Николаю. Вполне возможно, что не обошлось и без прямого вмешательства со стороны последнего. Как бы то ни было, и болезнь брата, и дело о «растрате», якобы со-

вершенной Андреем, доставили Николаю много неприятностей и огорчений. Как совместить братские чувства с лояльностью по отношению к капитулу? Под конец Андрей уступил и согласился уехать из Фромборка, «дабы не докучать своим присутствием господам» из капитула. Чтобы Андрею «вести подобающий его сану образ жизни», капитул постановил выдавать ему по 30 гривен «доброй (то есть нефальшивой) монеты» в день св. Мартина, по 15 — в день поклонения трех волхвов и отменить



Вид Фромборка

арест, наложенный на его доходы, до тех пор, «пока in Urbe* не вынесут решения относительно того, что надлежит делать этому хворому, прокаженному и зараженному, выдворенному из коллегии»**.

Андрей еще несколько раз давал знать о себе капитулу. Когда 29 декабря 1512 г. происходил новый раздел усадеб — allodium'ов, он выразил желание стать владельцем усадьбы, освободившейся после Яна Скульте-ти. Желание его было удовлетворено, поскольку эта усадьба была расположена далеко от Фромборка. Когда же он в апреле следующего года захотел купить курию, то встретил решительное сопротивление. Последний раз

Андрей Коперник показался на заседании капитулы, состоявшемся 27 сентября 1513 г. в Бране-ве. Вскоре он уехал в Рим и умер там в 1518 г.

После улаживания дел брата Николай Коперник в течение какого-то периода вел сравнительно спокойный образ жизни, но так продолжалось недолго. Великий магистр Тевтонского ордена Альбрехт Гогенцоллерн, бывший, кстати, племянником короля Сигизмунда Старого, так же как и его предшественники, стремился захватить Королевскую Пруссию и Вармию. Для того чтобы облегчить свою задачу, он стремился вызвать в этих провинциях беспорядки и тайно оказывал в довольно больших масштабах помощь различным шайкам. Особый интерес в этом отношении представляла для него Вармия. Пользуясь молчаливым согласием велико-

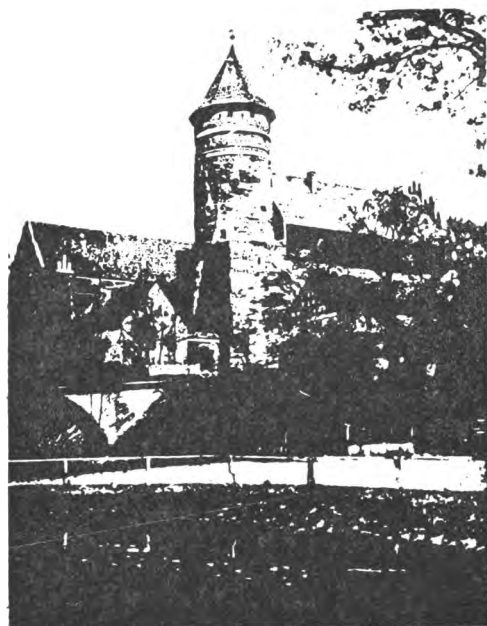
* В городе (лат.), то есть в Риме.

** Цит. по книге J. Wasiutyński, *Kopernik, twórca nowego nieba*, Warszawa, 1938.

го магистра, шайки разбойников время от времени совершали набеги на Вармию, грабили, убивали, жгли, а затем вновь уходили на территорию Орденой Пруссии. Около 1515 г. разбойничьи нападения стали настолько многочисленными, что никто из мирных жителей не был спокоен ни за свою жизнь, ни за свое имущество, даже находясь в собственном доме.

Перед лицом непрекращавшихся набегов и недвусмысленных угроз со стороны крестоносцев капитул постановил обратиться с жалобой к королю и в июле 1516 г. направил Сигизмунду Старому письмо, автором которого был тогдашний канцлер Тидеманн Гизе*.

Между тем обстановка в Вармии продолжала ухудшаться. Крестоносцы фактически объявили войну епископу и капитулу, время от времени совершали набеги и опустошали край. Епископ Фабиан обращался с письмами к великому магистру, но видя, что послания его ни к чему не приводят, лично отправился в Кенигсберг. Альбрехт был любезен и обходителен, обещал восстановить мир, но в качестве условия потребовал выпустить на свободу разбойника, захваченного во время одного из набегов. Единственно из желания достичь столь необходимого Вармии мира епископ уступил и приказал выпустить заключенного из тюрьмы. Этот поступок, несомненно, был ударом по престижу вармийского епископа, фактически пользовавшегося в своей епархии властью удельного князя, но Фабиан хотел его ценой купить столь важный для Вармии мир. К сожалению, уступка не привела ни к каким результатам, ибо набеги крестонос-



Замок в Ольштыне

цев и разбойничьих банд продолжались. Напряженность все усиливалась. Альбрехт наложил запрет на торговлю с Вармией. Епископ ответил аналогичным запрещением. Несмотря на это, Фабиан продолжал направлять Альбрехту письма с жалобами. Тот же уклончиво и лицемерно отвечал, что разбой творят какие-то никому не известные люди. Столь явная ложь была чрезмерной даже для спокойного и отнюдь не питающего враждебности к крестоносцам Фабиана. «Насколько мне известно, — писал он великому магистру, — разбойники по воздуху не летают и кони из-под земли не берутся».

В этот весьма трудный для Вармии период Николай Коперник был назначен управляющим земельными владениями капитула. Избрание его на эту должность состоялось 8 нояб-

* Ранее авторство письма приписывали Копернику.

ря 1516 г., и сразу же после этого Коперник отправился в Ольштын, где находилась служебная резиденция управляющего.

Сохранились многочисленные заметки, сделанные рукой Коперника, воспоминания о нем, переписка, позволяющая судить о его оживленной деятельности в период, когда он находился на посту управляющего земельными владениями капитула. Круг обязанностей управляющего был весьма обширен. В его ведении находились земельные владения капитула в окрестности не только Ольштына, но и Мельзака. Его власть распространялась на жителей земель, принадлежавших капитулу, причем не только на крестьян, но и на горожан, шляхту, обитателей замков и т. д. В качестве управляющего Коперник устанавливал и собирал налоги, назначал барщину и шарварки*, освобождал от повинностей, раздавал наделы поселенцам, распределял земельные угодья, утверждал передачу земель по наследству и купчие на землю. Он отвечал также за состояние укреплений, оружия, боеприпасов и запасов продовольствия в городах и замках. Даже в нормальное, мирное время у управляющего было достаточно дел и хлопот, а в ту беспокойную, бурную, по существу военную пору задача, стоявшая перед Коперником, была поистине тяжела.

Еще в декабре 1516 г. Коперник выделил участки двум поселенцам: одному в Ионкове, другому в Вуйтове близ Ольштына. Каждый следующий год число поселенцев увеличивалось на несколько десятков. Время от времени необходимо было проверять, ведется ли на отведенном некогда

* Шарварк — повинность, замененная впоследствии денежным налогом, связанная с поддержанием в исправности мостов и дорог. — *Прим. перев.*

участке вообще какое-либо хозяйство, поскольку прежний поселенец мог умереть или сбежать. Текущее поселенцев в значительной мере объяснялась непрерывными набегами крестоносцев и разбойничьих шайк. Не один поселенец в поисках более спокойного места бросал отведенный ему участок земли.

Административные заметки Коперника позволяют воссоздать картину его разносторонней деятельности и проливают свет на положение крестьянства, в том числе и на проблему национального состава населения Вармии. Необходимо иметь в виду, что в Вармии жили представители различных национальностей. Рядом с исконными обитателями вармийской земли здесь жили многочисленные пемецкие и польские поселенцы. Нас по понятным причинам особенно интересуют последние.

В заметках Коперника звучащие по-польски имена и фамилии встречаются неоднократно. Одна из записей гласит, что 5 февраля 1517 г. Коперник поселил в деревне Скайботы крестьянина по имени Гжегож Чепан. 4 марта того же года в Плусках разрешил продать солтысу (сельскому старосте) по имени Анджей земельный надел поселенца по имени Бартош. 23 марта в Наглядах по доверенности брата Яна Войтега ввел во владение земель, доставшейся по наследству от Ежи Войтега, некоего Марцина Войтега. 26 и 30 марта Коперник был в Войтове, где указал участки двум поселенцам: Ежи Войтегу и Марцину. 14 мая отвел земельный надел в Шомбруке крестьянину по имени Марцин. 22 мая в Воловне предоставил некоему Яну надел, оставшийся ему в наследство после дяди, Щепана Копетца. Аналогичными делами Копернику приходилось заниматься и в 1518 г. 14 марта в

Бартонге поселенец Войтек получил от Коперника землю, оставшуюся после беглого поселенца Штенцеля Раде. 12 июля Коперник выделил участок в Грызьлинах крестьянину по имени Станислав, а 10 января 1519 г. в Натерках — поселенцу по имени Войтек*.

Приведенный список, хотя он далеко не полон, служит не только примером деятельности Николая Коперника на посту управляющего, но и свидетельствует одновременно о большом числе польских поселенцев в Вармии. Разумеется, в каждом отдельном случае нельзя утверждать с полной уверенностью, что данный поселенец действительно был поляком, но имена и фамилии поселенцев звучат по-польски.

В то же время, около 1519 г., Коперник занимался составлением карты западной части Висленского Залева. Сама карта не сохранилась до наших дней, но упоминание о ней встречается в письме епископа Фабiana канонику Тидеманну Гизе от 17 мая 1519 г. Поводом для составления карты послужил спор с Эльблонгом о прохождении границы. Именно об этом споре и идет речь в упомянутом письме.

В ноябре 1519 г. Коперник сложил с себя обязанности управляющего и вернулся во Фромборк, в свое тихое жилище. Однако ему не суждено было наслаждаться покоем, поскольку вскоре его (в четвертый раз) избрали канцлером, а через некоторое время разразилась война с крестоносцами.

Конфликт начался на переломе 1519 и 1520 гг. 2 декабря король Сигизмунд Старый прибыл в Торунь. Следом за ним тянулась двадца-

титысячная армия. Монарха от имени прусских земель приветствовал епископ Фабян. 7 декабря начались заседания генерального сейма. Был приглашен в Торунь и великий магистр Альбрехт. Ему предстояло принести присягу на верность королю, которая должна была стать гарантией восстановления мира в Вармии и Пруссии. Когда же Альбрехт не явился, король провозгласил его врагом отечества и объявил ему войну. Ответные действия Альбрехта не заставили себя долго ждать. Он сосредоточил большую армию у северных границ Вармии и в последних днях декабря встал под стенами Бранева, потребовав от жителей, чтобы те впустили его вместе с войском. Альбрехт не остановился и перед заведомой ложью, заявив, будто намерен идти в Торунь и принести там присягу королю. Городской магистрат не был склонен открывать крестоносцам ворота города. Большинство членов магистрата высказались за сохранение верности вармийскому капитулу и королю. Магистрат решил «врага отечества» в город не впускать. Однако некоторые жители и в их числе бургомистр Филипп Тешнер, уже упоминавшийся ранее родной сын Лукаша Ватценроде, были решительными сторонниками крестоносцев. Не имея возможности добиться от городского магистрата решения впустить Альбрехта в город, Тешнер тайком отворил ночью ворота Бранева. Так без боя, вследствие измены, крестоносцы в самом начале войны захватили первый вармийский город. Великий магистр потребовал от жителей Бранева присяги на верность, но те возразили, заявив, что уже присягали епископу и капитулу и, следовательно, не могут нарушить данной присяги. Тогда Альбрехт лживо заявил, что папа якобы передал ему

* *Mikołaja Kopernika lokacje łanów opuszczonych*, wydał Marian Biskup, Olsztyn, 1970.

власть над Вармией и вверил его заботам оборону Вармии от поляков и ведение переговоров с епископом. Жители Бранева, видя, что дальнейшее сопротивление становится небезопасным, уступили и согласились принести требуемую от них присягу. Когда весть об этом достигла епископа Фабиана, он отправил к Альбрехту в качестве послов Яна Скульгети и Николая Коперника. Послы прибыли в Бранево 4 или 6 января. Не вступая ни в какие переговоры, они ограничились лишь тем, что передали великому магистру содержание предложения епископа, направленного на урегулирование конфликта. Епископ, стремясь избежать войны, предлагал Альбрехту вступить в прямые переговоры с королем, обещая со своей стороны способствовать облегчению переговоров. В ответ на это великий магистр снова прибег к обману, заявив о будто бы возложенной на него миссии защитника Вармии от поляков, хотя ни епископ, ни капитул отнюдь не горели желанием поручать ему такую миссию, и потребовал от капитула принесения присяги на верность. Оба посла, не имея полномочий вступать в какие бы то ни было переговоры, а тем более давать обещания, заявили, что передадут предложение великого магистра капитулу, который примет решение и сообщит свой ответ. Одновременно послы попросили выдать им охранные грамоты, на что Альбрехт согласился, рассчитывая этим жестом несколько смягчить капитул.

Однако капитул и епископ не только не намеревались отдаться под покровительство Альбрехта, но даже отказались вести с ним дальнейшие переговоры. Возбешенные крестоносцы осадили 23 января 1520 г. Фромборк. Овладеть крепостью им не удалось, но во время осады они сожг-

ли и разрушили много зданий, в том числе и дом Коперника. Каноники разъехались кто куда: одни отправились в Ольштын, другие — в Эльблонг, а самые боязливые бежали в Гданьск. По-видимому, Коперник в течение еще некоторого времени оставался во Фромборке, но поскольку дом его был разрушен, в середине февраля он также переехал в Ольштын. Разумеется, собравшиеся в ольштынском замке каноники не сидели сложа руки. Однако пока что они ограничили свою деятельность лишь тем, что писали находившемуся в Лидзбарке епископу письма, в которых обсуждали вопросы обороны и установления мира.

В это особенно трудное время Николая Коперника снова избрали управляющим земельными владениями капитула. К исполнению обязанностей управляющего он приступил 8 ноября 1520 г. В условиях военного времени главной задачей была организация обороны.

Первым актом Николая Коперника на поприще управителя было собственноручно написанное им от имени вармийского капитула письмо королю Сигизмунду Старому. Письмо гласило следующее:

«Светлейший владыка и повелитель, всемилостивейший господин! Мы берем на себя смелость покорнейше предложить Вашему христианскому величеству свои услуги. Вчера вечером враги Вашего королевского величества захватили город Добре Место, который хотя и был неплохо защищен стенами, но не имел достаточно большого гарнизона. Поэтому мы и сами преисполнены беспокойства, ибо не ограждены от подобного нападения и опасаемся, что враг, столь близкий от нас, не упустит случая осадить и наш город. С нами находится высокородный господин

Павел Долуский вместе со своими воинами, численностью едва ли в 100 человек. По нашей просьбе он несколько дней назад написал в Лидзбарк достойному господину Якубу Сенцигневскому, воеводе Вашего королевского величества, дабы тот прислал нам большой отряд солдат. С подобной просьбой обратились к нему и те, из Добре Мяста, но ничего, однако, не получили. Ответил нам воевода, что у него самого мало людей, чтобы он еще мог посылать подкрепление другим. Ведомо нам, что угроза нависла также и над Лидзбарком и над всем епископством вармийским. Поэтому мы обращаемся к Вашему христианскому величеству с покорной просьбой, дабы Вы соблаговолили оказать нам поддержку и неотложно пришли к нам на помощь. Сам же мы будем вести себя, как подобает людям благородным и честным, беспредельно преданным Вашему величеству, даже если мы и погибнем. Отдаваясь под покровительство Вашего величества, вверяем Вам все наше имущество и себя самих.

Из Ольштына 16 ноября лета от рождества христового 1512
Вашего христианского королевского величества

Верпоподданные слуги —
Каноники и капитул
Вармийского костела.

Светлейшему владыке и повелителю, господину Сигизмунду, милостью божьей королю польскому, великому князю литовскому, господину и наследнику Червонной Руси и Пруссии и т. д., нашему всемилостивейшему повелителю» *.

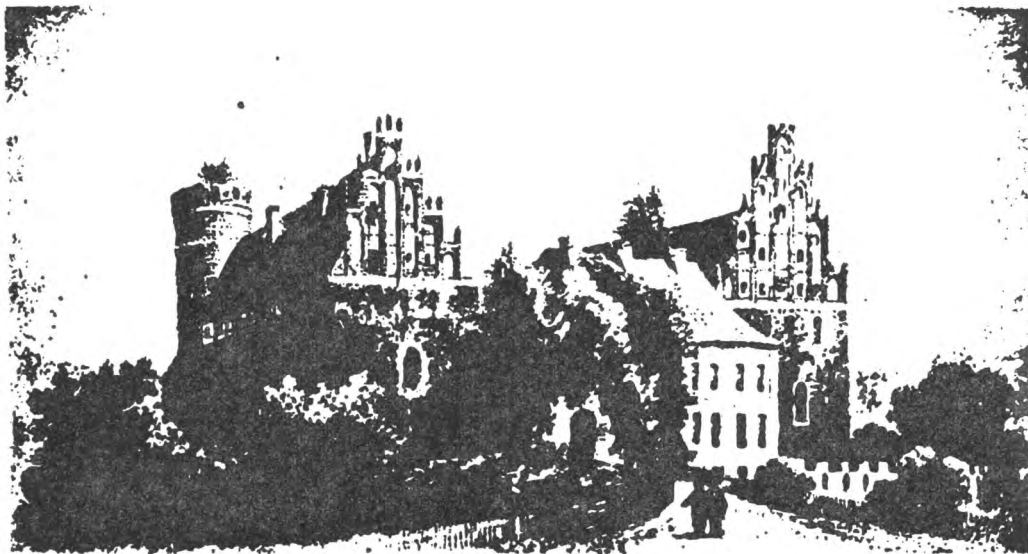
* M. Biskup, *List kapituly warmińskiej do króla Zygmunta I, napisany własnoręcznie przez Mikołaja Kopernika w Olsztynie w 1520 r.*, Komunikaty, Mazursko-Warmińskie, 1970, nr. 2, str. 314.



Король Сигизмунд Старый. Портрет работы художника из школы Кранахов

После падения города Добре Място 15 ноября 1520 г. непосредственная опасность нависла над Ольштыном. Город был хорошо укреплен и, как уже упоминалось, считался самой неприступной крепостью Вармии. Вначале его гарнизон состоял из 100 польских наемных солдат под командованием Павла Долуского. В конце ноября 1520 г. верховный главнокомандующий польскими войсками в Пруссии прислал из Эльблонга еще 100 солдат под командованием Генрика Перика из Яновиц, а в декабре в Ольштын прибыл с отрядом кавалерии численностью в 700 человек Збигнев Слупецкий. Этот энергичный солдат не стал спокойно дожидаться врага в Ольштыне, а время от времени совершал лихие рейды и громил отряды крестоносцев, бесчинствовавших в Вармии.

Крестоносцы всеми силами старались избежать генерального сраже-



Замок в Ольштыне

ния, стремясь захватить и уничтожить то, что давалось сравнительно легко. Польская сторона также ограничивалась лишь мелкими стычками. Крестоносцы заняли большую часть территории Вармии, захватив силой, коварством или подкупом небольшие городки и замки. Ни Ольштыном, ни Лидзбарком, ни Фромборком им овладеть не удалось. Из крупных городов в начале войны в их руки перешел лишь Мельзак, в стенах которого в поисках убежища укрылись многие жители окрестных сел со своим скарбом. Альбрехт занял город, приказал сместить ненавистного крестоносцам бургомистра Кшиштофа Пфаффа и не только награбил «целую дюжину возов, груженных крестьянскими пожитками», но еще и лицемерно заявил, что всеми силами будет «защитать этот край от тирании и жестокости поляков». Разумеется, больше всего невзгод в войне с крестоносцами

пришлось на долю простого народа, беспощадно истреблявшегося рыцарями Тевтонского ордена. Против сопротивлявшихся крестоносцы предпринимали жестокие репрессии. Предпринимали репрессии в отношении тех, кто покорился крестоносцам и сотрудничал с ними, и поляки.

Необходимо было приложить все силы, чтобы не отдать противнику главных городов Вармии и в их числе Ольштына, поэтому Коперник уделял особое внимание тщательной подготовке этой твердыни к обороне. Уже под новый, 1520 г. он начал переписку с каноником Яном Скультети, который в то время находился в Эльблонге, прося его прислать свинца, бумаги, соли и пищалей. К сожалению, в условиях военного времени некоторые письма не доходили до адресатов или приходили со значительным опозданием.

Между тем уже 15 января 1521 г. Альбрехт подошел к самому Ольштыну, но обогнул его. Не торопясь приступить к осаде и штурму мощной твердыни, какой был Ольштын, великий магистр принялся разорять и жечь окрестные села.

В середине февраля Коперник, обеспокоенный отсутствием ответа от Яна Скультети, послал в Эльблонг за пищалями каноника Генрика Снелленберга. Тотчас же по его прибытии Скультети «собрал два воза, семь лошадей и упряжь», погрузил 17 пищалей, принадлежавших, по всей видимости, епископу, закупленные уже запасы свинца, бумаги и соли, и без промедления отправил все это в Ольштын. Через несколько дней весь обоз благополучно добрался до места назначения. Можно смело сказать, что защитникам Ольштына повезло: на обратном пути пустые возы были захвачены 21 февраля крестоносцами в Пасленке. Прибытие 17 пищалей укрепило оборону Ольштына, но Коперник, так же как и Скультети, отдавали себе отчет в том, что пушек все еще недостаточно. В ответ на просьбу Коперника Скультети принял все необходимые меры и в конце февраля доносил Копернику, что, по его мнению, для обороны ольштынского замка хватило бы 20 пищалей, а для самого города их требуется штук 20—30. Скультети сообщал также, что 20 пищалей он уже раздобыл, но с закупкой остальных он попал в затруднительное положение, ибо речь идет о крупных расходах и пойти на них без письменного подтверждения своих полномочий он не может, чтобы не восстановить против себя находящихся в Гданьске каноников, которые без особого восторга встретили бы уменьшение своих доходов. Одновременно Скультети выражал сомнение в том, следует ли считать каноников,



Фрагмент замка в Лидзбарке

пребывающих за пределами епархии, равными в правах с теми, кто остался в Вармии, и считаться с их мнением.

Мелкие стычки между небольшими отрядами поляков и крестоносцев продолжались, не принося военного успеха ни одной из сторон. Все же положение Альбрехта начало ухудшаться. В течение целого года войны он не сумел достичь поставленной цели, не смог овладеть главными городами Вармии, и надежды на то, что ими удастся овладеть, были ничтожными, тем более что появились заботы в связи с выплатой денег наемникам, а помощь, обещанная Германией, так и не поступила. В этой ситуации Альбрехт в конце февраля согласился начать предварительные переговоры о мире. Переговоры завершились подписанием 7 апреля 1521 г. в



*Портрет Коперника.
Офорт конца XVI века*

Торуни соглашения о четырехлетнем перемирии. Посредниками в принятии присяги и уточнении границ выступили император и король Венгрии. Разумеется, крестоносцы отнюдь не собирались уважать соглашения о перемирии и по-прежнему стремились захватить все, что было в их силах.

Пользуясь короткой передышкой от беспорядков, вызванных войной, Коперник вернулся к хозяйственным делам деревни. Уже 6 мая в деревне Ликусы он выделил земельный надел крестьянину Станиславу Чиходинскому. До конца месяца он указал участки еще нескольким поселенцам, заверил несколько купчих на землю и передал одному крестьянину участок, пустовавший после бегства предыдущего поселенца.

В июне 1521 г. вармийский капитул освободил Коперника от обязанностей управляющего земельными владениями, поручив ему ответственную должность комиссара Вармии. К сожалению, мы не знаем, какие права и обязанности были связаны с этой должностью, но ей, несомненно, придавалось большое значение: в протоколе заседания капитула, состоявшемся в Ольштыне 20 августа, Коперник как комиссар Вармии назван даже перед управляющим земельными владениями капитула.

После установления мира наступило, наконец, время заняться восстановлением того, что было разрушено войной. Особое возмущение вызывали бесчинства, творимые крестоносцами в Вармии уже после подписания перемирия. Оно нашло отражение в представленной 25 июля 1521 г. на съезде представителей прусских провинций в Грудзендзе «Жалобе капитула на великого магистра Альбрехта и его орден по поводу ущерба, причиненного в 1521 г. после перемирия», написанной Гизе с ведома и одобрения Коперника. В жалобе указывалось на насилие и бесправие, чинимое крестоносцами в Мельзаке и его окрестностях, а также в Тольмицке, жители которого сохранили верность капитулу, хотя крестоносцы силой пытались вырвать у них отказ от присяги. После перечисления всех обид в «Жалобе» говорилось:

«Исходя из вышеизложенных претензий и перечисленных пунктов, почтенные господа из вармийского капитула, к сожалению, вынуждены обратиться к сведущим и высокочтимым советникам светлейшего короля Польши с жалобой и присовокупить к ней просьбу, дабы милостивые и высокородные господа договорились с господином великим магистром...

о возвращении всех городов с окрестностями».

Однако хлопоты с крестоносцами подходили к концу. На землях Орденской Пруссии росло и ширилось движение Реформации, находившей благодатную почву среди рыцарей ордена. Когда же вслед за безрезультатным обращением великого магистра к Германии с просьбой о военной помощи против Польши, остались без ответа и попытки склонить Рим к согласию на присоединение вармийской епархии к ордену, Альбрехт решил последовать советам Лютера и Меланхтона перейти в протестантизм и сменить власть великого магистра на светскую власть князя. Церемонией, официально закрепившей эти переме-

ны, стала известная прусская присяга, которую Альбрехт принес в Кракове 10 апреля 1525 г., получив уже как светский князь от короля Сигизмунда Старого древние земли ордена в ленное владение. Протестантское прусское княжество уже не представляло опасности для соседей, ибо не могло рассчитывать на помощь и поддержку ни со стороны папы, ни со стороны германского императора, а само было малым и слабым.

С исчезновением угрозы со стороны Тевтонского ордена на первое место среди прусско-вармийских проблем выходят хозяйственные проблемы и прежде всего — проведение денежной реформы. Осуществление этой важной задачи было поручено Николаю Копернику.



13. ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ДЕЛА

*Хотя бедствия, в результате которых обычно приходят в упадок королевства, княжества и республики, немногочисленны, однако... четыре из них следует считать наиболее страшными: это раздоры, мор, бесплодие земли и фальшивые монеты **

В середине 1521 г. Коперник вернулся во Фромборк, чтобы на этот раз остаться в нем, не считая коротких отлучек, до конца своей жизни. Точных сведений относительно того, где поселился Коперник сразу же по возвращении, нет. Его курия была сожжена крестоносцами, юго-западная башня, в которой он обосновался еще перед войной 1520—1521 гг., также не подходила для жилья. Пустовал лишь дом каноника Петра Вольфа. В нем, по-видимому, и жил Коперник до тех пор, пока не была готова его собственная курия. Внутри башни тоже был произведен ремонт. Из документов известно, что башню Коперник сохранял за собой до самой смерти.

Во Фромборке Коперник не замыкался в стенах своего кабинета. Его по-прежнему интересовали насущные проблемы Пруссии и Вармии. Правда, времена тевтонской угрозы миновали, но проблема обращающейся монеты все еще оставалась нерешенной.

Денежные проблемы той эпохи надлежит рассматривать не только в связи с конкретной ситуацией, связанной с обращением денег на территории не только Пруссии, но и всей

Польши, но также и на фоне господствовавших в ту пору теорий денежного обращения.

Во времена средневековья были разработаны две теории денег: номиналистическая и субстанциональная, или металлистическая.

Номиналистическая теория денег считала, что стоимость монеты определяется штампом выпускающей ее власти. Поскольку достоинство монеты целиком зависело от произвола чеканивших ее правителей или городских властей, номинальная стоимость монеты, как правило, превышала стоимость содержащегося в ней благородного металла или, в лучшем случае, соответствовала стоимости монеты с полным содержанием драгоценного металла. Исходя из этой теории, средневековые правители чеканили монету, которая, несмотря на различные отклонения в содержании благородного металла, имела одно и то же номинальное достоинство, и извлекали из чеканки такой монеты огромные прибыли. Из такой интерпретации стоимости монеты возникла так называемая доминальная * теория денег, согласно которой деньги рассматривались как собственность выпускавшего их правителя. Подобные взгляды привели к тому, что качест-

* J. Dmochowski, *Mikolaja Kopernika rozprawy o monecie i inne pisma ekonomiczne oraz J. L. Decjusza traktat o biciu monety*, Warszawa, 1923, str. 55.

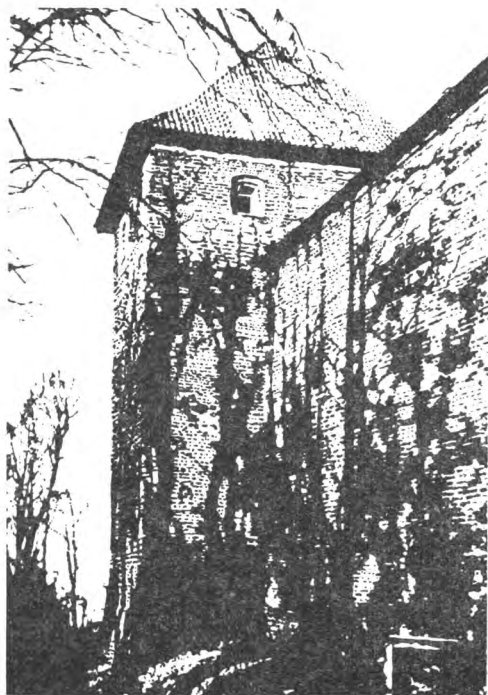
* От лат. dominus — господин.

во монеты, поступавшей в обращение, непрерывно ухудшалось, поскольку содержание в ней золота и серебра все более уменьшалось.

С развитием торговли стало ясно, что такие деньги не могут служить средством международных денежных расчетов. Действительно, если правитель в пределах своего государства мог вводить в обращение обязательные к приему номинальные деньги, то влиять на заграничные рынки было уже не в его силах. Не удивительно поэтому, что по мере развития международной торговли увеличивалось число сторонников иной теории денег — субстанциональной, или металлистической. Согласно этой теории, стоимость монеты определяется лишь стоимостью содержащегося в ней золота или серебра. Лишь монеты с большим содержанием драгоценных металлов могли обладать объективной и устойчивой стоимостью и, следовательно, быть надежным платежным средством при различных торговых расчетах, в том числе и международных. Ремесленники и купцы хорошо сознавали значение такой стабилизации денег для развития столь важного для них товарно-денежного хозяйства.

Как и в других странах, проблема денежного обращения в Польше была чрезвычайно сложной, ибо на территории государства имели хождение монеты нескольких различных достоинств. Так, находившийся в обращении червонный злотый, называвшийся также польским флорином, делился на 30 грошей, грош — на 18 динаров, или оболов. Существовала также гривна, равная 4 вердункам, или фертонам, каждый из которых содержал по 6 шкойцев, а 1 шкоец делился на 2 гроша или на 4 монеты достоинством в полгроша. Положение осложнялось еще и тем, что гроши и полгрошевые

монеты, отчеканенные в различное время или в различных местах, имели неодинаковую стоимость. Так, 30 грошей времен Яна Ольбрахта стоили столько же, сколько 29 грошей времен Сигизмунда Старого. За 30 сигизмундовских грошей в свою очередь давали 35 или 35 свидницких, а за 4 литовских гроша давали 5 польских. В самой Пруссии существовало 2 гривны: польская, состоящая из 48 грошей, и хелминская, или прусская, содержащая 20 грошей. Грош делился на 3 шелонга, а шелонг — на 6 динаров. Пользоваться столь сложной денежной системой было нелегко, ибо необходимо было хорошо разбираться в стоимости различных монет и производить довольно сложные расчеты. Хуже всего было то, что некоторые монетные дворы в погоне за



Башня Коперника



Коперник. Так называемая рейсснеровская гравюра на дереве (1587 г.)

прибылью переплавляли монеты с высоким содержанием золота и серебра и чеканили фальшивую монету, содержащую меньше золота или серебра, чем положено по ее номиналу. Помимо монет, выпущенных прусскими монетными дворами, в обращении находились также фальшивые шведские монеты. В чеканке фальшивой монеты особенно усердствовали крестоносцы. Выпуск ими монеты, обладавшей малой стоимостью, пагубно сказывался на экономике Пруссии и Вармии, подрывая ее основы и создавая хаос. Даже опытные купцы могли подчас с трудом отличить подлинную монету от фальшивой, а простой и неученый люд был полностью дезориентирован. Создавалась благоприятная обстановка для различных аферистов и мошенников, которые переплавляли подлинные монеты и чеканили фальшивые с меньшим содержанием ценных металлов.

Как мы уже знаем, с проблемой денег Коперник столкнулся еще в начале своей деятельности в качестве каноника для особых поручений при епископе Ватценроде. Во второй раз он столкнулся с той же проблемой уже на практике, когда исполнял обязанности управляющего земельными владениями капитула. Поэтому общее представление о тяжелом положении дел в области денежного обращения у него было. Съезд представителей прусских провинций в Эльблонге 26 мая 1516 г. обязал вармийского епископа Фабиана Лузяньского обратиться к великому магистру с жалобой на выпуск фальшивой монеты Тевтонским орденом. В июне епископ направил Альбрехту послание, которое, однако, не привело ни к какому результату. Это обстоятельство, по-видимому, и обратило внимание Коперника на денежную проблему,



Печать Коперника

хотя и сама практика частных денежных расчетов, с которыми ему, несомненно, приходилось иметь дело, также должна была сыграть определенную роль.

О монете Коперник опубликовал несколько работ. Первой, насколько можно судить по дошедшим до нас сведениям, была вышедшая в 1517 г. работа *Meditatia* [Размышления]. Через два года вышел другой вариант этой работы под названием *Modus cudendi monetam* [Способ чеканки монет], известный также как *Tractatus de monetis* [Трактат о монетах]. Третья работа Коперника *De estimatione monete* [Об оценке монеты] вышла в 1522 г.

Вопрос о деньгах обсуждался на заседании съезда представителей прусских провинций в Грудзёндзе с 17 по 21 марта 1522 г. Представителями Вармии на съезде были два

каноника — Николай Коперник и Тидеманн Гизе — и шляхтич Троский. На съезде Коперник изложил содержание своего трактата о монете. Предложенный им проект уравнивания польской и прусской монеты, а также поправки, внесенные им в другие предложения, были приняты. Однако окончательное решение по этому вопросу было вынесено лишь на съезде в Тчеве 21 октября 1522 г. и включало большинство положений трактата Коперника. Но от решения до его претворения в жизнь было далеко: слишком много интересов оно затрагивало. Совершенно иной проект денежной реформы представил королевский секретарь и управляющий монетным двором Иост Людвик Дециус (1475—1545), предложивший изъять из обращения старые монеты и перечеканить их на новые. Проект Дециуса, одобренный королем, подходил к чеканке монет с позиций номиналистической теории денег, видя в выпуске монет важный источник королевских доходов. Для провинций же более выгодным был подход с позиций металлистической теории.

Таким образом, выдвинутый Дециусом проект не отвечал интересам прусских городов, и собранный в июле 1526 г. в Гданьске Совет Пруссии этот проект отклонил, а Дециусу направил письмо с объяснением причин своего решения. Редакцию письма приписывают Копернику. В пользу его авторства говорят хорошее знание предмета и схожесть формулировок с предложенными Коперником в 1522 г. на съезде в Грудзёндзе. На сессии Совета было принято решение об изъятии из обращения старой прусской монеты и о чеканке — в соответствии с положениями, выдвинутыми Коперником в 1519 г., — 20 грошей из гривны. При-

нятое решение не было осуществлено, и проблема денег по-прежнему осталась открытой. Проект Дециуса вдохновил Коперника на создание еще одного, на этот раз последнего варианта трактата о монете. Назывался он *De monete cudende ratio* [Рассуждение о чеканке монеты]. Вариант этот, также оставшийся в рукописи, Коперник должен был закончить не позднее марта 1528 г., поскольку в апреле того же года каноник Феликс Рейх в письме Копернику просил разъяснить некоторые вопросы, затронутые в трактате и оставшиеся для него непонятными.

Трактат Коперника о монете не лег в основу денежной реформы, но тем не менее стоит того, чтобы обратить на него внимание как на результат тщательного и вдумчивого исследования проблемы денег. Труд этот характеризуется систематическим и конкретным подходом к решению рассматриваемой в нем проблемы, а также тщательным и логически непротиворечивым подбором аргументов.

Трактат Коперника был первой научной работой о деньгах, отражавшей зарождающиеся капиталистические формы обмена и производства, в которой подход к решению проблемы был уже не средневековым, а выдержанным в духе эпохи Возрождения.

Начинается трактат с общего утверждения о значении денег для государства:

«Хотя бедствия, в результате которых обычно приходят в упадок королевства, княжества и республики, многочисленны, однако, по моему мнению, четыре из них следует считать наиболее страшными: это раздоры, мор, бесплодие земли и фальшивые монеты. Первые три бедствия



Старинный монетный двор

настолько очевидны, что против них не станет возражать никто. Четвертое же, касающееся монеты, признают за бедствие лишь немногие, и все, если вдуматься глубже, лишь потому, что оно приводит к упадку госу-

дарства не сразу и не внезапно, а медленно и скрытно»*.

* J. Dmochowski, *Mikołaja Kopernika rozprawy o monecie i inne pisma ekonomiczne oraz J. L. Decjusza traktat o biciu monety*, Warszawa, 1923, str. 55—56.



*Торунские и гданьские монеты с изображением короля Сигизмунда Старого
работы М. Шиллинга*

Глубокое знание предмета и пропигуальность Коперника заметны уже по предисловию. Нескільки дальше приведенного выше отрывка, переходя к точному определению того, что такое деньги и каковыми условиями они должны удовлетворять, Коперник пишет:

«Монета есть определенным образом клейменное золото или серебро, которым оплачивается стоимость купленных или проданных вещей... Монета сама по себе не является годной во всех случаях мерой стоимости. То же, что может служить мерой, с необходимостью должно обладать постоянной и неизменной стоимостью, ибо в противном случае нарушился бы общественный порядок и многократно умножились бы случаи обмана продавцов и покупателей... Под мерой стоимости мы понимаем цену самой монеты, которая, правда, зависит от добротности материала. Необходимо, однако, отличать стоимость монеты от ее цены, ибо цена монеты может быть выше, чем цена материала, из которого она сделана, и наоборот.

Введение монеты есть безусловная потребность, ибо хотя обмен можно было бы производить, взвешивая непосредственно золото или серебро..., все же из-за больших неудобств, связанных с необходимостью носить с собой весы и тем, что установить чистоту золота и серебра нелегко, было решено ставить на монете общественное клеймо и указывать на нем точное количество золота или серебра, содержащегося в монете. Клеймо это должно служить гарантией публичного доверия к монете» *.

Далее Коперник объясняет, почему монеты не чеканят из чистого золота или серебра:

«Номинальная стоимость монеты только тогда истинна и справедлива, когда та содержит золота или серебра лишь на самую малость меньше, чем то количество, которое соответствует ее цене, а именно ровно настолько меньше, сколько надлежало бы отнести на издержки монетного двора, ибо штемпель также придает материалу монеты некоторое достоинство» *.

Выяснив причины убывания стоимости монеты, Коперник приступает к подробному и обстоятельному разбору денежной ситуации, сложившейся в Пруссии, подчеркивая, что одновременно с упадком государства крестоносцев происходило ухудшение качества монеты, ибо в ней повышалось содержание меди. Разумеется, стоимость монеты при этом падала. Дошло до того, что 30 гривен содержали едва ли фунт серебра. Обесценивание денег неблагоприятно сказывалось на торговле и ремеслах и приводило к ухудшению экономического положения в стране. Сознвая причины бедствия, Коперник предостерегал:

«В будущем Пруссия, лишившись серебра и золота, будет иметь лишь медную монету, вследствие чего вскоре полностью прекратится подвоз заграничных товаров и торговля придет в упадок. Ибо кто же из иностранных купцов захочет менять свой товар на медные деньги? Кому из наших купцов удалось бы получить за такие деньги в чужих краях заграничные товары?» **

В приведенном отрывке Коперник предстает перед нами как защитник интересов городского населения и землевладельцев, для которых торгов-

* См. примечание на стр. 149 (стр. 56).

* Там же, стр. 56.

** Там же, стр. 61.

ля была не только источником богатства, но и основой существования. Коперник ясно сознавал, что в конечном счете речь идет о благосостоянии всего края.

Но подрыв основ торговли с заграницей не был единственным последствием ухудшения качества монеты. Коперник усматривал еще один весьма важный результат этого процесса:

«Как только какое-нибудь бедствие обрушивалось на прусскую монету, а через нее и на всю Отчизну, сами золотых дел мастера и те, кто разбирался в благородных металлах, пользовались несчастьем. Среди различных монет они выбирали наиболее старые, дабы от продажи вытопленного из них серебра получить у неосведомленных людей больше денег в монете с примесью меди. А когда старые монеты полностью исчезли из обращения, они выбирали те монеты, что получше, чтобы получить груду монет совсем уж никуда не годных» *.

Таким образом, Коперник сформулировал весьма важный экономический закон, гласящий, что монеты худшего качества вытесняют из обращения монеты с более высоким содержанием благородных металлов. Закон этот впоследствии был переоткрыт и опубликован английским экономистом Томасом Грэшем (1519—1579) и ошибочно пазывается лишь именем английского исследователя. Правильнее было бы называть его законом Коперника — Грэшема. Справедливости ради следует заметить, что и Коперник не был первым открывателем этого экономического закона, поскольку аналогичное утверждение сформулировал еще в XIV в. Николай из Орезма. Был ли его трактат о монете известен Копернику,

сказать трудно, поскольку никаких точных сведений об этом нет, хотя исключать такую возможность также не следует. Необходимо, однако, подчеркнуть, что Николай из Орезма, опираясь на понятия христианской этики, представления о справедливости и честности, а также на ссылки из священного писания, осуждал изготовление фальшивой монеты лишь как преступление против христианской морали — как грех, хотя и обращал внимание на ухудшение торговли с заграницей и утечку монет с высоким содержанием благородных металлов из обращения. Коперник же, не вдаваясь в религиозно-этические соображения, а исходя из чисто экономических предпосылок, нарисовал убедительную картину явлений, происходивших в экономике Пруссии, и сформулировал закон, управляющий этими явлениями. Обнаруженный Коперником закон следует рассматривать не только как совершенное им научное открытие, но и как первую попытку строгого решения важной и отнюдь не легкой проблемы. Неизвестно также, были ли известны Грэшему работы его предшественников. Трактата Коперника Грэшем, скорее всего, не читал, поскольку тот не был опубликован.

Падение стоимости денег, называемое в наши дни инфляцией, с неизбежностью приводит к росту цен. На это явление Коперник также обратил внимание. В своем трактате он polemизирует со сторонниками плохой монеты, замечая, что чеканка монеты с низким содержанием золота или серебра была бы наруку некоторым бесчестным властителям и купцам. Обрисовав экономическое состояние Пруссии, подорванное непрерывным ухудшением качества монеты, Коперник предложил довольно радикальное решение проблемы:

* См. примечание на стр. 149 (стр. 62).

«Для исправления и укрепления монеты следует руководствоваться следующими принципами: во-первых, без ведома собрания наиболее уважаемых жителей города и их единодушного решения денежную реформу не производить; во-вторых, выделять для монетного двора по возможности лишь один город и чеканить монету не от имени избранного города, а от имени всей земли с ее гербом; в-третьих, при выпуске новой монеты следует изымать из обращения старую и запрещать ее к приему платежей; в-четвертых, следить за тем, чтобы из фунта чистого серебра неизменно чеканились ровно 20 гривен и не больше за вычетом того, что надлежит относить за счет расходов монетного двора, ибо таким способом прусская валюта будет согласовываться с польской, а 20 прусских грошей, равно как и польских, будут составлять одну прусскую гривну; в-пятых, не допускать в обращении излишнего числа монет; в-шестых, выпускать, то есть... чеканить одновременно все виды монет.

Последняя же трудность возникает в связи с обязательствами, вытекающими из договоров, заключенных перед денежной реформой и после нее. Следует заранее все обдумать так, чтобы заключенные договоры не были искажены особенно сильно» *.

Рассматривая суть предложенной Коперником денежной реформы, следует подчеркнуть несколько принципиальных моментов. Прежде всего отметим, что Коперник трактовал деньги как стоимость и общественную собственность, явно разделяя взгляды субстанциональной, или металлистической, теории денег (метал-

лизма). Таким образом, он полностью порвал со средневековой номиналистической теорией денег, согласно которой деньги являются собственностью властителя и в качестве таковой могут рассматриваться как источник доходов, правда не совсем безгрешных. Взгляды Коперника на сущность денег привели его к убеждению, что король не должен извлекать доходов из работы монетного двора. Вместе с тем Коперник выступал и против местных интересов городов и районов, обладающих правом чеканить монету, но нередко злоупотребляющих своей привилегией. Не отказываясь от сохранения известной раздробленности и автономии Пруссии и Вармии, Коперник подчеркивал необходимость введения единой денежной системы во всем государстве и настаивал на передаче всех вопросов, связанных с выпуском денег, в ведение королевских властей. Речь шла не только о Королевской Пруссии и Вармии, но и о древних прусских землях, некогда принадлежавших Тевтонскому ордену и ставших ленным владением Польши. Таким образом, Коперник был сторонником тесного сплочения этих земель вместе с другими польскими землями в единый хозяйственный организм. Он отчетливо сознавал, что независимо от других причин уже сами интересы экономики, а точнее — торговли, требуют установления прочного союза Пруссии с Вармией и Польшей. Тесные узы, связывавшие Коперника с Польшей, выходили за пределы сферы экономики. Будучи польским патриотом и разделяя взгляды целой группы современных ему деятелей польского Возрождения, подобно Яну Острогусу (1436—1501) или Анджею Фричу Моджевскому (около 1503—1572), настойчиво требовавших проведения государственных реформ, Ко-

* См. примечание на стр. 149 (стр. 68—70).

перник стремился провести денежную реформу в своих родных землях, видя в ней путь к повышению благосостояния народа и расцвету городов как ремесленно-торговых центров. С одобрением отмечая успехи денежно-товарного хозяйства, начинавшего приобретать уже некоторые черты капитализма, Коперник усматривал в нем благоприятные возможности для развития целого края, а следовательно, и возможности расцвета культуры, науки и искусства. К сожалению, удовлетворить нередко противоположным интересам городов, шляхты, короля и курфюрста Альбрехта было нелегко. Не удивительно поэтому, что осуществление денежной реформы затянулось надолго и сопровождалось бурными дискуссиями и спорами.

Трактат Коперника о монете, по видимому, не был предметом публичных обсуждений, во всяком случае никаких сведений об этом не сохранилось. Денежная реформа была, наконец, проведена в июле 1526 г., когда, с одной стороны, Сигизмунд Старый огласил «Положение о правах» Гданьска и «Конституцию прусских земель», в которых среди прочих статей были и статьи, касающиеся денежной системы, а с другой стороны, незадолго до того учрежденный генеральный сеймик Королевской Пруссии принял для этой земли денежную систему, введенную общепольской реформой 1526 г. Окончательно новая денежная система была закреплена королевским указом 1530 года, которым предписывалось изъять из обращения старые монеты и принимать к платежам лишь новые, отчеканенные после реформы на монетных дворах короля, курфюрста прусского и городов Гданьска, Торуня и Эльблонга. Проведенная денежная реформа была основана на иных принципах, нежели

те, которые выдвигал Коперник, но в Пруссии Коперника не без основания считали одним из главных деятелей реформы.

Экономические интересы Коперника, бывшего весьма опытным и рачительным хозяйственным деятелем, разумеется, не ограничивались проблемой денег. Еще во время своих многочисленных служебных поездок по Вармии Коперник мог убедиться в тяжелом положении ее населения, особенно сельского. Правда, теперь в Вармии воцарился мир, но материальное положение населения продолжало оставаться тяжелым. Крестьяне, еще оставшиеся в обезлюдевших деревнях, жили в нищете. Цены на зерно были низкими, вследствие чего крестьяне получали за свой тяжелый труд ничтожную плату, цены же на хлеб были высокими и, что еще хуже, они не были твердыми. Именно этим и объяснялось в первую очередь бедственное положение простого народа. Правда, съезд представителей прусских земель попытался установить разумные цены на хлеб, но его усилия оказались напрасными. Коперник не остался в стороне от решения столь острой проблемы. Около 1531 г. он с присущей ему обстоятельностью ознакомился с проблемой цен на зерно, а также выпечки хлеба и цен на хлеб и разработал подробную инструкцию о том, как следует выпекать хлеб и устанавливать цены на него. Инструкция называлась *Panis coquendi ratio* [Способ выпечки хлеба]. В ней Коперник не только приводил рецепты выпечки хлеба, но и точные расчеты того, сколько стоит мука, сколько — дрожжи и сколько — сама выпечка хлеба. Результаты его расчетов были сведены в таблицу, устанавливавшую цены на хлеб в зависимости от цен на зерно. Говорилось в работе Коперника и о необходимости

установления единых мер, в особенности мер зерна.

Проблема цен на зерно и хлеб, несомненно, была менее важной, чем проблема денег, однако не следует считать, что она не была достаточно серьезной. Несмотря на кажущуюся незначительность проблемы, речь шла о хлебе — основном продукте

питания широких народных масс. Коперник, не замыкавшийся в рамках ограниченных интересов определенных групп общества, не мог оставаться в стороне от насущных потребностей широких масс, и, хотя мысли его блуждали среди звезд, он твердо стоял на Земле, ясно и четко видя все, что происходило вокруг него.



14. ФРОМБОРКСКИЕ ГОДЫ

*...Чего бы ни касался этот великий человек, на
всем он оставлял печать своего гения...*

Я. Снядецкий «О Копернике»

Как мы уже говорили, уход Николая Коперника в 1521 г. с поста управляющего земельными владениями капитула отнюдь не означал, что он отстранился от активного участия в деятельности капитула. Не раз он исполнял различные, подчас весьма ответственные функции. Уже осенью 1521 г. Николай Коперник был избран визитатором капитула сроком на один год *. В следующем году капитул доверил ему еще более высокий пост, выбрав Николая Коперника сразу же после смерти епископа Фабиана, последовавшей 30 января 1523 г., генеральным управляющим епархии. Таким образом, Коперник стал фактически правителем Вармии, административная власть которого не уступала власти епископа. Так, когда в ответ на весть о кончине епископа во Фромборк в качестве королевских послов 26 февраля прибыли мальборкский воевода Ежи Бажиньский и гданьский кастелян Ян Балиньский, их принял генеральный управляющий Коперник, которого сопровождал архидиакон Ян Скультети. Оба каноника заявили, что капитул постановил при выборе нового

епископа придерживаться договора, заключенного с королем в 1512 г., хотя этот договор еще не был утвержден папой *, и заверили послов, что капитул не будет предпринимать никаких шагов без предварительного согласования с королем. Действительно, вскоре затем капитул представил королю список кандидатов на пост епископа, из которых король выбрал Павла Плотовского, казначея Мавриция Фербера, архидиакона Яна Скультети и Тидеманна Гизе. 13 апреля 1523 г. выбор капитула пал на Мавриция Фербера. Коперник продолжал исполнять обязанности генерального управляющего и сложил с себя полномочия лишь 13 октября того же года после официального возведения Мавриция Фербера в сан епископа.

Осенью того же года Николай Коперник вместе с Яном Тиммерманом был избран послом капитула. Одновременно капитул назначил Коперника своим канцлером, продлив его полномочия затем еще на один год. Обязанности канцлера Коперник

* Все выборные должностные лица капитула исполняли свои обязанности в течение года: с 8 ноября данного года по 8 ноября следующего года.

* Договор между вармийским капитулом и королем был заключен 7 декабря 1512 г. и утвержден папой еще 25 ноября 1513 г. Любопытно отметить, что, хотя с момента утверждения папой договора минуло 10 лет, ни одна из заинтересованных сторон об этом не знала.



Мауриций Фербер

исполнял и в 1528—1529 гг. В перерыве между этими двумя сроками он еще раз был послом капитула в 1525—1526 гг. Его коллегой на дипломатическом поприще на сей раз оказался Тидеманн Гизе.

Обстановка после войны с крестоносцами постепенно стабилизировалась, но вместо раздоров с Тевтонским орденом начались религиозные волнения, связанные со все ширящимся в Королевской Пруссии и Вармии движением Реформации. Движение это, носившее по существу общественный характер, приобретало порой острые формы и вызывало не менее решительную ответную реакцию. Особенно бурными были события в Гданьске — одном из первых центров Реформации в Королевской Пруссии. В 1522 г. реформист-

ское движение охватило там столь широкие круги населения, что дело дошло до крупных столкновений между сторонниками и противниками Реформации. Из города был изгнан как противник Реформации бургомистр Эберхард Фербер, который укрылся в соседнем Тчеве и направил оттуда жалобу королю. Король высказывался против Реформации, но это уже не могло помешать дальнейшему распространению реформистского движения. Однако городской магистрат Гданьска продолжал занимать отрицательную позицию по отношению к Реформации и даже приговорил к тюремному заключению двух горожан-лютеран. В январе 1525 г. это привело к открытому бунту. В результате его прежний городской совет был распущен и избран новый. В костелах запрещалось католическое богослужение. Вместо него вводилось богослужение на немецком языке. Все монахи, независимо от их монашеских орденов, были собраны в один монастырь. В освободившемся здании одного из бывших монастырей была устроена школа, в здании другого — городская больница. Узнав о случившемся, король приказал восстановить прежние порядки, а новый состав магистрата вызвал на суд в Краков. Когда же магистрат отказался, сославшись на дальнюю тяжелую дорогу и связанные с поездкой большие расходы, король объявил о своем намерении лично прибыть в

Подпись Коперника

Гданьск и провести заседание суда на месте. Тем временем примеру Гданьска последовали и другие города: Эльблонг, Мальборк и даже входивший в состав Вармии Бранево. В Бранево особенно ревностным поборником Реформации зарекомендовал себя бургомистр Гжегож Рабе. Браневские лютеране выбросили из костелов изображения святых, разогнали священников и во всеуслышание осмеяли «папских прихвостней». Настроены горожане были столь решительно, что когда войт вармийского епископства Ежи Прейк попытался силой ввести в костел католического священника, дело дошло до крупных беспорядков, и Прейк счел за благо ретироваться. Городской магистрат забрал из костелов драгоценности и другие ценные предметы, причем многое было разграблено. Епископ Фербер обратился к браневцам с письмом, в котором пытался увещевать их, но и письмо епископа не принесло никаких результатов. Второе письмо епископа доставили браневцам каноник Ахаций Фрейндт и Ежи Прейк. И это письмо также не дало никаких результатов. Рабе не только ответил отказом, но и сам ответ был выдержан в оскорбительном тоне.

Если не считать Бранево, реформация в Вармии не затронула широких кругов населения. Совершенно иная ситуация сложилась на прусских землях бывшего Тевтонского ордена. Там лютеранство не только стало господствующей религией, но и подобно тому, как это происходило в Германии, приобрело среди самбийских крестьян форму радикального общественного движения, направленного своим острием против феодалов. Такой оборот событий был неприятен ни для курфюрста Альбрехта, ни для вармийского епископа,

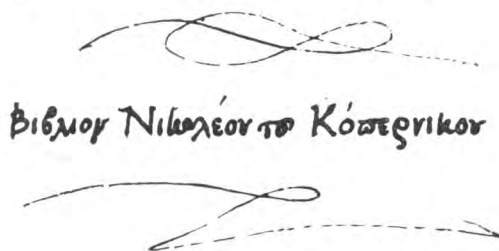
и их совместными усилиями крестьянский бунт был подавлен. При виде опасности, угрожавшей их классовым интересам, недавние враги забыли о том, что их разделяло, и дружно выступили на защиту своей власти.

Коперник не принимал активного участия в религиозной войне, поскольку вопросы веры вряд ли его особенно интересовали. В то же время нельзя сказать, чтобы его позиция по отношению к Реформации была полностью нейтральной. В подтверждение сошлемся лишь на письмо Тидеманна Гизе к Феликсу Рикусу, приходскому священнику из городка Добре Място. В этом письме Гизе упоминал о том, что Коперник побуждал его выступить в печати с полемикой против лютеран. Такое полемическое произведение, выдержанное в примирительном духе, было действительно написано Гизе и опубликовано в 1525 г. в Кракове. Чем было вызвано внимание Коперника к Реформации — соображениями ли религиозного порядка или тем, что лютеранство, нанося удар по организации церкви и церковной иерархии, угрожало и основам существования капитула, — сказать трудно.

Во всяком случае, письмо Гизе остается единственным документальным подтверждением интереса, проявленного Коперником к захватывающему все новые и новые позиции лютеранству. Весьма знаменательно, что точка зрения Коперника и на этот раз отличалась большой терпимостью и сдержанностью.

В 1526 г. король в соответствии с объявленным им ранее решением прибыл в Гданьск, где намеревался также разрешить ряд вопросов, возникших в связи с денежной реформой. По приказу короля часть членов магистрата была брошена в тюрьму. Одни из них были впоследствии обез-

главлены, другие — изгнаны из города. Эберхард Фербер снова занял пост бургомистра Гданьска, католические священники вернулись в храмы, монахам были возвращены монастыри. Затем королевские комиссары восстановили прежние порядки и в Браневе. Жители Бранева, уstraшенные гданьскими событиями, проявили раскаяние и умоляли комиссара и



Подпись Коперника

епископа о прощении. Епископ не оказался суровым, и 18 августа каноник Феликс Рейх огласил жителям Бранева его милостивый приговор и статут, которому с этого времени должен был подчиняться город. Особенно решительно запрещалось хранить и распространять «еретические» книги и сочинения. 1 сентября 1526 г. в Лидзбарке собрался съезд представителей прусских провинций, который принял обширные «артикулы» для Вармии. Три недели спустя также в Лидзбарке состоялось подписание принятых «артикулов».

Коперник в это время работал вместе со своим старым другом Бернардом Ваповским, составителем карты Польского королевства и Великого княжества литовского. На карту было нанесено свыше 1000 населенных пунктов, однако не вся охваченная картой территория была снята одинаково подробно. Из 1000 нанесенных на карту пунктов большая часть при-

ходила на территорию Вармии и Пруссии. При их «привязке», несомненно, были использованы обширные материалы, собранные Коперником. Для сравнения скажем, что обширные пространства Великого княжества литовского и Силезии на карте были представлены существенно менее подробно. Не исключено, что Коперник принимал непосредственное участие и в составлении карты Инфлянт*, над которой работал каноник Александр Скульгети. Сообщения об этой карте мы находим в датированном 10 июля 1529 г. письме епископа Фербера, который, подтверждая получение карты, одновременно просит Скульгети выяснить у Коперника, согласится ли тот принять участие в составлении карты Пруссии. Что ответил Коперник, доподлинно неизвестно. Можно лишь предполагать, что Коперник участвовал в составлении этой карты.

В 1529 г. в число каноников был принят Ян Дантишек. За плечами у него уже была многолетняя дипломатическая деятельность, увенчавшаяся крупными успехами. Он принимал участие в Венском конгрессе 1515 г., входил в состав посольств при императорском дворе, в Венеции, Нидерландах, Англии и Испании. Обласканный милостями и высоко ценимый, Дантишек был в 1516 г. возведен императором Максимилианом в дворянское достоинство, получил титул доктора гражданского и канонического права, должность комеса-палатина**, а также первым из поляков был увенчан лаврами как поэт.

* Инфлянты (Лифляндия) — историческое название территории, входящей в настоящее время в состав Латвийской ССР. — *Прим. перев.*

** Комес — правитель округа. Палатин — наместник князя, воевода. — *Прим. перев.*

Немалых успехов достиг Ян Дантишек на поприще особого рода — у женщин. Свидетельством тому служила его дочь Иоанна Дантиска, которую ему родила одна из его любовниц Изопы де Гальда. По-видимому, Иоанна была не единственным ребенком Дантишека. Теперь же от яркой,

короля Сигизмунда Старого и Барбары Заполия по случаю их бракосочетания, а также «Просьбу к славному Сигизмунду, королю польскому», которую отдал напечатать Яну Галлеру, Коперник написал в честь своего приятеля эпиграмму. По замыслу автора, ее должны были поместить пе-

Ego Nicolaus Copernicus Canonicus Vartemense

Подпись Коперника

насыщенной разнообразными событиями жизни придворного и дипломата, светского человека и гуляки Дантишек переходил к размеренному образу жизни, подобающему духовному лицу. В настоящее время трудно разобраться в мотивах такого поступка: явился ли он следствием изменения взглядов на жизнь или должен был лишь послужить ступенью к дальнейшей карьере. Не следует упускать из виду, что как мещанин (а в Польше его по-прежнему считали бы мещанином) Дантишек не смог бы дойти до высших должностей светской власти. Шансы занять высокое положение давала только церковная карьера. Заметим, кстати, что через год после посвящения в каноники Дантишек стал епископом хелминским.

Коперник знал Дантишека на протяжении многих лет. Близкое знакомство, а может быть и дружба, восходила ко временам приездов Коперника в Краков еще при жизни епископа Ватценроде. Хотя оба были людьми разного склада, их связывали гуманистические наклонности и знакомство с культурными центрами Европы. Когда в 1512 г. Дантишек сложил оду (*Epitalamium*) в честь

ред одой Дантишека. Сочинению своему Коперник дал греческое название *Nikolaos o Kopernikos pros Joanneton Linosdemonon*, переведя фамилию Флахсбиндер на греческий язык *Linodemon* [Стягивающий лён]. По поводу других фамилий Дантишека — фон Хёфен* и de Curiis — Коперник писал:

«Называют его еще придворным. Он и есть придворный и по своей сущности, и по имени. Страстный поклонник муз и лиры, он слагает стихи, связывая в них рвущиеся в стороны слова — связывает, или стягивает, в самом прямом смысле. Ведь на то он и называется Флахсбиндером — стягивающим лён»**.

Правда, Дантишек так и не удосужился напечатать свое стихотворение, но сохранил рукопись в своей библиотеке. Неизвестно, однако, поддерживал ли Коперник столь тесные отношения с Дантишеком в дальнейшем.

В ноябре 1530 г. Николай Коперник вместе с Тидеманном Гизе ис-

* von Höffen (нем.) — при дворе.

** Цит. по книге J. Wasiutyński, *Kopernik, twórca nowego nieba*, Warszawa, 1938, str. 221.

полнял обязанности посла капитула. Избранный в следующем году визитатором капитула, Коперник оставался на этом посту в течение двух сроков, разделяя свои обязанности в первый год с Тидеманном Гизе и Феликсом Рейхом, а во второй год — лишь с одним Гизе. После годичного перерыва Коперник в 1534 г. был вновь избран визитатором и, повторно избираемый еще два раза, оставался на этом посту три срока подряд. В течение первого года аналогичные обязанности несли вместе с ним снова Гизе и Рейх, в течение двух последующих лет — один лишь Гизе.

Независимо от занимаемых в капитуле должностей Коперник занимался врачебной деятельностью. Среди его пациентов значился и епископ Фербер, который с 1531 г. начал недомогать. По-видимому, болезнь епископа была тяжелой и изнурительной, поскольку в декабре 1531 г. он, не прекращая пользоваться услугами Николая Коперника, пригласил еще и Лаврентия Вилле, придворного лекаря курфюрста Альбрехта. Оба лечили его в течение нескольких недель, после чего за больным до момента выздоровления наблюдал уже один Коперник. В апреле Фербер еще раз вызывал к себе Коперника для консультации. Подобные вызовы повторялись и в последующие годы. Независимо от лечения, проводимого Коперником, Фербер пользовался также услугами Яна Бенедикта Сольфы (1483—1564), придворного лекаря польского короля, который с 1530 г. был также вармийским каноником.

1 июля 1537 г. епископ Фербер умер. Умирая, епископ вызвал к себе Коперника, но тот не успел застать Фербера в живых. Сразу же после кончины епископа Коперник вместе



Фрагмент карты Польши, составленной Ваповским

с Феликсом Рейхом составил опись имущества покойного, а 4 июля вместе с траурным corteжем вернулся во Фромборк. Смерть Фербера вынудила к незамедлительным действиям и капитул. 1 или 2 июля в епархии было объявлено, что вплоть до избрания нового епископа управление Вармией переходит в руки двух уполномоченных капитула — Николая Коперника и Феликса Рейха, имеющих право по своему усмотрению вмешиваться в любые дела городов и замков, разных должностных лиц и простых жителей.

В соответствии с договором, подписанным в Пётркуве в 1512 г., король после переговоров с членами капитула огласил список, состоявший из четырех человек, кандидатов на пост вармийского епископа. В списке значилось четыре фамилии: Ян Дантишек, Ян Тиммерман, Ахаций Тренк и Николай Коперник. Из них капитул 20 сентября 1537 г. избрал Яна Дантишека, по-видимому, потому, что король питал к нему наибольшую



Ян Дантишек (около 1531 г.)

благосклонность. Кандидатуру Дантишека поддерживали также Гизе и Коперник. Для Гизе уход Дантишека с поста хелминского епископа открывал возможность выставить свою собственную кандидатуру на этот пост. Коперник действовал заодно с другом. Через год Гизе занял освободившийся после Дантишека пост главы хелминской епархии.

Таким образом, на вармийский трон сел давний приятель Коперника. Однако дружба между Дантишеком и Коперником в силу каких-то неизвестных нам причин остыла. Во всяком случае, в отношениях Коперника к Дантишеку наметилась определенная сдержанность. Она стала заметна еще в те времена, когда Дантишек был хелминским епископом.

Так, когда в начале апреля 1533 г. Дантишек пригласил Николая Коперника и Феликса Рейха в Либаву на 20 апреля, оба, ссылаясь на большую загруженность работой, ответи-

ли отказом. В начале июня 1536 г. хелминский епископ вновь пригласил Коперника в Либаву на свадьбу своей родственницы. И на этот раз Коперник, сославшись на неотложное поручение епископа Фербера, отклонил приглашение. Неизвестно, действительно ли в обоих случаях Коперник был так занят, что не мог выбраться к Дантишеку. Сейчас мы уже не в состоянии решить, была ли у Коперника причина для отказа или он просто искал удобного предлога. Во всяком случае, нам ничего не известно хотя бы об одном визите Коперника к Дантишеку и в другие сроки. Тем не менее отношения между ними не прерывались окончательно. Например, в начале августа 1537 г. они обменялись письмами, в которых сообщали друг другу личные и политические новости.

После вступления Дантишека на пост вармийского епископа отношения между ним и Коперником еще больше охладели. Причина заключалась как в отношении епископа к самому Копернику, так и к его близкому другу Александру Скульгети. Дантишек, сам в прошлом распутник и гуляка, став епископом, возгорелся особой ревностью к добронравию и под тем предлогом, что у каноника Александра Скульгети в течение многих лет была любовница, на которой он впоследствии даже женился, выступил против него. Неприязнь Дантишека к Скульгети, помимо заботы о добром имени каноника, могла иметь и совсем иную причину. Вполне возможно, что Дантишек просто не мог забыть Скульгети старых обид: в свое время тот препятствовал приему Дантишека в число вармийских каноников. Движимый ненавистью, Дантишек приказал произвести обыск в жилище Скульгети. При обыске была изъята книга видного

деятеля швейцарской Реформации Генриха Буллингера, на полях которой были пометки, сделанные рукой Скультети. Обрадованный епископ поспешил обвинить Скультети в ереси, а 24 мая 1540 г. Скультети специально выпущенным королевским указом был официально объявлен еретиком.

Нанося удар по Скультети, Дантишек одновременно метил и в Коперника, в доме которого жила экономка Анна Шиллинг, бывшая, по всей видимости, дочерью известного гданьского медальера Мацея Шиллинга, одного из известнейших художников-медальеров эпохи Возрождения. По одному из писем Коперника можно заключить, что он состоял в каком-то далеком родстве с семьей Шиллингов. Однако если бы это действительно было так, то Анна вряд ли нанялась бы к Копернику в экономки, тем более что Шиллинги были людьми состоятельными. Точно так же нет никаких оснований утверждать, что она была любовницей Коперника. Наоборот, вероятность того, что такое предположение соответствует истине, ничтожно мала. Действительно, не следует упускать из виду, что Анна могла появиться во Фромборке, по-видимому, не ранее 1535 г., то есть в год переезда семейства Шиллингов из Торуня в Гданьск. Копернику тогда уже исполнилось 62 года, иными словами, он был уже пожилым человеком. Крайне сомнительно, чтобы человек в таком возрасте, поглощенный научными исследованиями, обремененный многочисленными обязанностями в капитуле и не проявлявший ранее особого интереса к радостям жизни, на старости лет вдруг резко изменил свои взгляды. Наоборот, нет никакого сомнения в том, что общее состояние здоровья Коперника с возрастом

сильно ухудшилось, и он все больше нуждался в заботливом уходе, а создать ему уютную обстановку и окружить заботой лучше всего могла особа, связанная с ним родственными узами. Во всяком случае, можно с уверенностью сказать одно: дело Коперника и Анны Шиллинг, несомненно, коренным образом отличалось от дела Александра Скультети. Помимо всего прочего, Скультети, умерший в 1564 г., был намного моложе Коперника и в течение долгого времени жил с женщиной, на которой, как уже было сказано, впоследствии даже женился и от которой имел сына Юлиуша. Юлиуш Скультети появился в Гданьске в 1557 г., будучи уже совсем взрослым юношей. Дантишек же, несомненно, истолковывал пребывание Анны Шиллинг в доме Коперника по аналогии с делом Скультети. Большую активность в преследовании Коперника проявил препозит* Плотовский, сочинявший на Коперника доносы, так же как раньше на Скультети.

Дантишек посылал Копернику письма с грозными предостережениями и пытался воздействовать на него через посредников Гизе и Рейха. Епископ настаивал на том, чтобы Коперник, «дабы не являть дурного примера и не сеять соблазна», отказался от услуг экономки. Коперник подчинился этому приказу, хотя и не мог выполнить его сразу. В ответ на письмо Дантишека он ответил ему 2 декабря 1538 г. следующее:

«Наставления Вашего преподобия я чту, как отеческие и даже выше отеческих, и искренне им следую. Что же касается первого требования, вы-

* Препозит — главный прелат капитульного собора. — *Прим. перев.*

оставались (по крайней мере внешне) вполне приличными. В начале января 1539 г. Дантишек обратился к Копернику с просьбой сообщить некоторые биографические данные о Ватценроде. Коперник исполнил просьбу, сообщив нужные сведения в уже упоминавшемся нами письме от 11 января. На основе этих данных Дантишек сочинил стихотворную эпитафию для Ватценроде и прислал ее Копернику. Однако на могиле Ватценроде уже была соответствующая надпись, и эпитафия, сочиненная Дантишеком, так и осталась на бумаге. По просьбе автора Коперник вернул ему эпитафию в ноябре 1541 г. В июне того же года Дантишек сочинил и прислал Копернику эпиграмму, адресованную будущим читателям *De Revolutionibus*. Коперник, выразив благодарность за эпиграмму, которую назвал весьма изящной и как нельзя более приличествующей случаю, обещал поместить ее в начале своего труда, если он окажется достойным такой чести. По-видимому, это был лишь вежливо завуалированный отказ, ибо *De Revolutionibus* вышли в свет без эпиграммы Дантишека.

Неприятность с Анной Шиллинг была не единственной, которая поджидала тогда престарелого фромборкского астронома. Прибывший из Голландии и поселившийся незадолго до этого в Эльблонге протестантский гуманист Вильгельм Гнафеус написал в 1539 г. и выпустил в свет в 1541 г. незамысловатую комедию под названием «Морозофус». Сюжет ее не был оригинальным: в нем были использованы мотивы представления, шедшего в Эльблонге на масленичных гуляньях еще в 1531 г. В своей комедии Гнафеус высмеял епископа Фербера и Коперника. Правда, он не пазывал их имена, но

сходство было столь полным, что все легко догадались, о ком идет речь. Успех комедии зиждился на враждебном отношении жителей Эльблонга к вармийскому капитулу, вызванном давним соперничеством в области экономики и возникшими позднее антикатолическими настроениями, перешедшими впоследствии в воинствующий протестантизм. Коперника же — наряду с епископом Фербером — считали главным вдохновителем и организатором денежной реформы, воспринятой многими неодобрительно. Не удивительно, что в такой атмосфере дело дошло до низкопробных личных выпадов, отравлявших покой на протяжении последних лет жизни ученого.

Несмотря на преклонный возраст, Коперник продолжал принимать деятельное участие в делах капитула и исполнял в нем различные функции. В 1537—1538 г. он ведал делами, связанными с завещаниями, и наблюдал за укреплением стен фромборкской крепости, а в следующем году еще раз стал послом капитула. В 1540—1541 г. Коперника избрали управляющим строительной кассой капитула. Эта была его последняя должность. Преклонный возраст брал свое, и Коперник был вынужден несколько ограничить свою деятельность. В 1538 г. Коперник отказался от преподавания во Вроцлавской гимназии, но продолжал заниматься врачебной деятельностью. Лечил Дантишека, начавшего с 1538 г. жаловаться на различные недомогания, Гизе, а также родственников некоторых каноников.

Имена этих пациентов мы читаем в заметках, сохранившихся после Коперника. Были ли у него еще и другие пациенты, неизвестно. Как гласит предание, он охотно лечил простых людей и снискал у них любовь и при-



Тидеманн Гизе

знательность. В связи со своей врачебной деятельностью Коперник поддерживал контакты с несколькими другими врачами. Помимо уже упоминавшихся лиц, к их числу принадлежал также лекарь и вроцлавский каноник Ян Треслер, с которым Коперник вел переписку и который в 1537 г. или в начале 1538 г. нанес Копернику визит во Фромборке.

В апреле 1541 г. курфюрст Альбрехт обратился к Копернику с просьбой приехать в Кенигсберг для оказания врачебной помощи его советнику и любимцу Иеремии фон Кунхейму. Одновременно Альбрехт попросил капитул отпустить Коперника в эту поездку, на что капитул ответил согласием. Невзирая на возраст, Коперник тотчас же пустился в дорогу. В Кенигсберге он провел у постели больного около месяца. Контакт с

высокопоставленным пациентом поддерживался и по возвращении Коперника во Фромборк, для чего Коперник вел оживленную переписку с Альбрехтом и с придворным лекарем короля Яном Бенедиктом Сольфой.

Преклонный возраст и упадок сил вынудили Коперника начать хлопоты о назначении ему коадьютора, который помогал бы вести дела, а впоследствии стал бы его преемником на посту каноника. Переговоры по этому вопросу начались еще в 1538 г. Кандидатом в коадьюторы Коперник предложил жителя Гданьска Яна Лойтца, священника влоцлавской епархии, бывшего к тому же дальним родственником самого Коперника. Коперник ссылаясь на то, что он уже «обременен годами и мучим многими недугами и посему не надеется, что в будущем сможет послужить вармийскому капитулу в делах божьих, к исполнению которых его обязывает сан каноника и доходы, им получаемые...»*. В результате последовавших переговоров папа Павел III утвердил 1 июня 1542 г. Лойтца коадьютором Коперника.

Состояние здоровья Коперника, уже давно оставлявшее желать много лучшего, начало еще более ухудшаться. В начале декабря 1542 г. болезнь уложила старого каноника на ложе, с которого ему уже не суждено было подняться. Гизе, который в силу стечения обстоятельств не мог покинуть Либаву, выражал свое беспокойство по поводу состояния больного в письмах и просил каноника Ежи Доннера, находившегося в дружеских отношениях с Коперником, организовать надлежащий уход за ним. Коперника, по-видимому, лечил Фа-

* J. Sikorski, *Mikolaj Kopernik na Warmii*, Olsztyn, 1968, str. 132.

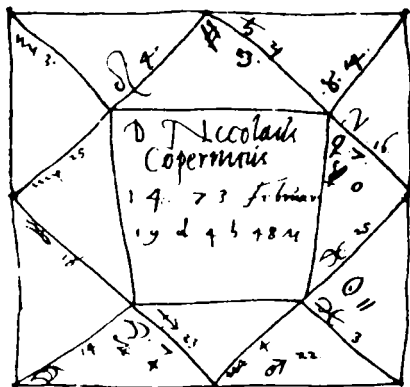
биан Эмерих, бывший в течение многих лет капелланом замка в Лидзбарке, а с 1536 г. переехавший на постоянное жительство во Фромборк, где исполнял обязанности викария и нотариуса. Не исключено, что в лечении Коперника принимал участие и сам Сольфа, приехавший в июне 1543 г. во Фромборк. Правда, остается неизвестным, бывал ли Сольфа во Фромборке и в предыдущие месяцы, но в любом случае он, несомненно, интересовался состоянием здоровья Коперника.

К сожалению, выздоровление так и не наступило. 24 мая 1543 г. Николай Коперник умер «от кровоизлияния и последовавшего за ним паралича правой стороны тела», задолго до этого «впав в беспамятство и утратив ясность ума», как записал Гизе.

Завещание Коперника не сохранилось, однако общее представление о его содержании все же можно составить по разным косвенным данным. Свои книги, за исключением медицинских, он отказал библиотеке капитула. Большую часть медицинских книг завещал епископской библиотеке в Лидзбарке, а несколько экземпляров оставил Фабиану Эмериху. Своей племяннице, Кристине Стульпавиц, дочери Катарины, покинувшей монастырь и вышедшей замуж за Каспера Стульпавица, Коперник оставил наследство деньгами. Не были обойдены в завещании и семеро детей племянницы Коперника Регины, бывшей замужем за Клеменсом Моллером из Старогруда Гданьского. О месте, где был похоронен Коперник, не сохранилось никаких сведений. Обычно каноников хоронили рядом с тем алтарем, попечителем которого они были при жизни. Но алтари, так же как курии и усадьбы, распределялись среди каноников голосованием на заседании

капитула, поэтому установить в настоящее время, кто из каноников был попечителем того или иного алтаря, чрезвычайно затруднительно. Правда, рядом с одним из алтарей висит надгробная доска, однако она была открыта примерно через 40 лет после смерти Коперника, и нет уверенности в том, что она указывает подлинное место его погребения.

Со страниц этой книги, посвященной жизни и деятельности Николая Коперника, перед нами предстает образ нашего великого соотечественника. Первая его отличительная особенность, сразу же бросающаяся в глаза, — это его кипучая жажда деятельности, умение проникать в сущность дела и трезвый подход к решению самых различных вопросов. Мы видим его при исполнении различных, нередко весьма ответственных поручений, занятого разнообразными, порой нелегкими проблемами. Уже сам факт, что капитул поручил ему столь много важных постов и миссий, служит ярким свидетельством того уважения и доверия, которым пользовался Коперник среди каноников. За 40 лет, которые Коперник прожил в Вармии, он 9 раз исполнял различные ответственные обязанности. Общий срок его полномочий составляет 27 лет! Характерно, что, несмотря на важную роль, которую он играл в делах капитула, Коперник никогда не стремился к тому, чтобы занять высшие посты в епархии. Он никогда не просил о назначении его прелатом, хотя каноники, имевшие в делах капитула гораздо меньший вес, неоднократно обращались с подобными просьбами и без труда получали желанную прелатуру. То обстоятельство, что Коперник не имел полного священнического сана (во всяком случае, о его посвящении в сан ничего не известно), не играло



Гороскоп Коперника, составленный в последние годы его жизни

при этом никакой роли. Как мы уже упоминали, большинство каноников имели лишь самые низкие священнические звания и, дабы не обременять себя лишними обязанностями, не стремились к получению более высокого сана, что не мешало им хлопотать о получении высших должностей в епархии и становиться даже епископами. В этом отношении (речь идет лишь о нежелании быть посвященным в полный священнический сан) Коперник, несомненно, не отличался от остальных каноников, тем более что вопросы религии его особенно не интересовали.

Вся деятельность Коперника — как связанная с исполнением им возложенных на него обязанностей, так и обусловленная его заботой об общественном благосостоянии — проникнута духом патриотизма. Коперник никогда не заботился о процветании только своего края, а связывал его интересы с интересами всего государства. Верный наследник и продолжатель политических идей Ватценроде, он видел будущее своей земли в установлении тесных связей с Польшей

и всеми своими поступками доказывал свою приверженность интересам Польши и верность отчизне. Николай Коперник был человеком, типичным для эпохи Возрождения. Вместе с Войцехом из Брудзева, Анджеем Фричем Моджевским, Яном Острогом, Николаем Реем, Яном Кохановским и многими другими он принадлежит к светлой плеяде деятелей польского Возрождения, занимая среди них виднейшее место. Тесно связанный с польской культурой, оказавшей решающее влияние на формирование его взглядов во времена его пребывания в Краковской академии, Коперник был польским патриотом, политическим деятелем, выдающимся экономистом и передовым мыслителем.

Правовед и врач по образованию, Коперник в своей деятельности вышел далеко за пределы этих профессий. Свидетельством тому служат его глубоко научный трактат о монете и закон о вытеснении из обращения лучшей монеты худшей, который по праву должен носить его имя. Пробовал свои силы, правда с меньшим успехом, Коперник и в литературе. Известно, что не было чуждо ему и изобразительное искусство: по преданию, ему принадлежит известный портрет с ландышем. Как подобает подлинному гуманисту, Коперник был знатком и любителем произведений античных авторов. Но прежде всего Коперник был астрономом. Астрономия стала главной страстью его жизни. Изучению тайн строения Вселенной он посвящал каждую свободную минуту своей долгой и плодотворной жизни. Деятельность в области астрономии привела его к эпохальным открытиям. Ей мы и посвятим следующие главы.



15. РОЖДЕНИЕ ВЕЛИКОЙ ТЕОРИИ

...Я часто размышлял, нельзя ли найти какое-нибудь более рациональное сочетание кругов, которым можно было бы объяснить все видимые неравномерности, причем так, чтобы каждое движение само по себе было равномерным, как этого требует принцип совершенного движения.

Николай Коперник «Малый Комментарий»

Через всю яркую жизнь Коперника, начиная с его студенческих лет в Кракове и до последних дней, проходит основная нить — великое дело утверждения новой системы мира на месте общепринятой в ту пору старой, птолемеевской системы. Астрономия увлекла Коперника, когда он еще был молодым студентом. Этому увлечению он оставался верен всю свою жизнь. В юные годы зародилась у него и революционная идея, которая, постепенно развиваясь, превратилась в теорию эпохального значения, изложенную в труде, о котором сам Коперник говорил, что он, «глубоко запрятанный, пролежал не девять лет, а четыре десятилетия».

Зерно великой теории новой системы мира, посеянное в уме Коперника еще в бытность его студентом Краковской академии, пустило ростки и к концу его пребывания в Италии развилось в уже продуманную в основных чертах научную теорию. С момента возвращения Коперника из Италии в Польшу и начинаются те десятилетия, на протяжении которых, по словам самого ученого, обоснованная в целом научная теория лишь уточнялась и дополнялась в отдельных деталях.

Первый набросок своей теории Коперник изложил в работе, которая известна под названием: *Nicolai Copernici de hypothesibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus* [Николая Коперника малый комментарий относительно установленных им гипотез о небесных движениях]. «Малый комментарий» не был опубликован при жизни автора, а распространялся в рукописных копиях, две из которых были обнаружены во второй половине XIX в.

Неизвестно, какое название дал сам Коперник своему труду, написанному, по-видимому, в первом десятилетии XVI в. К проблеме установления даты написания «Малого комментария» мы еще вернемся. Что же касается названия, то, по мнению Л. А. Биркенмайера, оно было дано работе Коперника переписчиком одной из найденных копий.

В «Малом комментарии» после короткого предисловия, завершающегося упоминанием о теории концентрических сфер Каллиппа и Евдокса, а также теории Птолемея, Коперник указывает на недостатки этих теорий, вынуждающих его предложить новую теорию. Теория Коперника исходит из следующих семи требований.

1. Не существует единого центра для всех небесных орбит, или сфер.

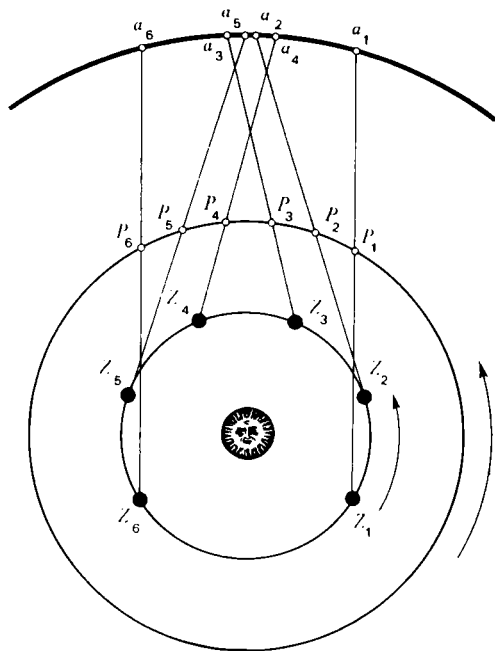
2. Центр Земли является не центром мира, а лишь центром тяготения и лунной орбиты.

1950-1951

[illegible]

170

планеты совершают петлеобразные движения, можно объяснить с помощью следующего простого геометрического рассуждения. Все наши построения будут относиться к случаю внешней планеты, то есть планеты, которая движется вокруг Солнца по орбите, расположенной вне орбиты Земли. Пусть на рисунке внутренняя окружность означает орбиту Земли вокруг Солнца, а внешняя — орбиту любой из внешних планет (Марса, Юпитера, Сатурна). Пусть, далее, Z_1, Z_2, \dots, Z_6 означают положения Земли на орбите в моменты времени t_1, t_2, \dots, t_6 , а P_1, P_2, \dots, P_6 — положения внешней планеты в те же моменты времени. Все планеты обращаются вокруг Солнца в одном и том же направлении — с запада на восток — со скоростью, которая тем меньше, чем дальше от Солнца лежит орбита планеты. Поэтому Земля движется быстрее, чем внешние, но медленнее, чем внутренние планеты (Венера, Меркурий). Вблизи противостояния, то есть незадолго до того момента, когда планета находится на прямой, проходящей через Землю и Солнце, но по другую сторону от Солнца, чем Земля, более быстрое движение Земли приводит к тому, что нам начинает казаться, будто планета движется на фоне звезд с востока на запад, «пятится». Попятные движения планет Птолемей объяснял движением по эпициклу, центр которого в свою очередь двигался по деференту. В теории Коперника эпициклы оказались ненужными, поскольку для объяснения попятных движений и петель, описываемых планетами на небе, достаточно было принять допущение о том, что мы наблюдаем за планетами с движущейся Земли, плоскость орбиты которой почти совпадает с плоскостями орбит других планет. Такое допущение существенно упрощало объ-



Объяснение попятного движения планет и образования петли по Копернику

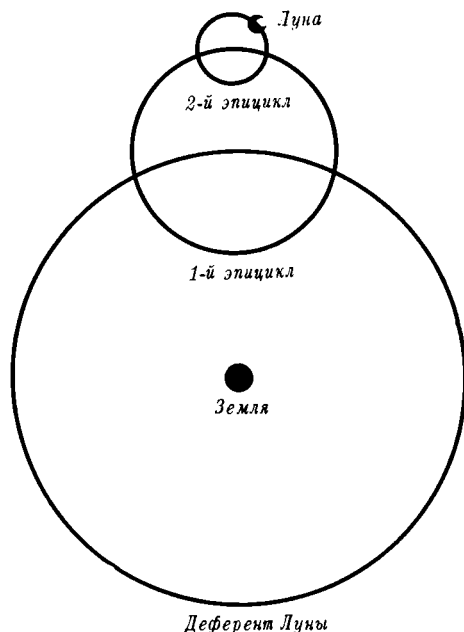
яснение движения планет по сравнению со сложной системой деферентов и эпициклов в теории Птолемея.

Необычайно важным был и четвертый тезис «Малого комментария», ибо до Коперника никто не приписывал Вселенной столь больших размеров. Более того, эти размеры казались преувеличенными даже многим из тех астрономов, которые жили и работали после Коперника. Еще бы! Ведь в соответствии с общепринятыми в ту эпоху представлениями, сфера неподвижных звезд, ограничивавшая Вселенную, должна была располагаться непосредственно за сферой Сатурна, то есть находиться от Земли на расстоянии, которое отнюдь не было ничтожно малым по сравнению

же точку небесной сферы. (Разумеется, не следует забывать и о том, что точка, в которую направлена земная ось, сама очень медленно перемещается по небу. Ее движение обусловлено прецессией, заключающейся в перемещении точек равноденствия по эклиптике с востока на запад с периодом, равным приблизительно 26 000 лет.) В настоящее время известно, что для сохранения в пространстве постоянного направления оси вращения Земли нет необходимости приписывать Земле никаких дополнительных движений.

Далее Коперник обращает внимание на то, что движения планет следует относить не к точкам равноденствий, а к определенным звездам. В этом ощущается влияние ошибочной теории трепидации: Коперник, так же как и большинство астрономов Средневековья, считал, что точки равноденствий в своем движении испытывают долгопериодические осцилляции, вследствие чего столь фундаментальные промежутки времени, как, например, период обращения Земли вокруг Солнца, называемый также сидерическим (звездным) годом, надлежит относить не к периодически изменяющим свое положение точкам равноденствия, а к каким-либо неподвижным звездам. Коперник избрал для этой цели звезду Спика из созвездия Девы и, отнеся к ней наблюдения, получил продолжительность сидерического года, равную 365 дням 6 часам и 10 минутам, то есть лишь на 1 минуту больше принятого в настоящее время значения.

Далее Коперник рассматривает в «Малом комментарии» движения Луны, трех внешних и двух внутренних планет — Венеры и Меркурия. Движение Луны Коперник представил следующим образом. Вокруг Земли



Двойной эпицикл в движении Луны

по окружности движется центр первого эпицикла, по которому в свою очередь движется центр второго эпицикла, и лишь по второму эпициклу движется Луна (см. рисунок). Для объяснения различных движений Коперник приписал Луне в общей сложности четыре вращательных движения, кроме годового движения вместе с Землей вокруг Солнца.

Что же касается планет, то Коперник отдельно рассмотрел движения трех внешних планет Сатурна, Юпитера и Марса и отдельно — движения внутренних планет. Трем внешним планетам он приписал небольшие по размерам двойные эпициклы, аналогичные тем, по которым он заставил двигаться Луну. Гораздо более сложная комбинация движений по окружностям понадобилась для объяснения

движений внутренних планет — Венеры и в особенности Меркурия: его движения Копернику удалось передать в «Малом комментарии» лишь наложением семи движений по окружностям! Планеты Венера, Марс, Юпитер и Сатурн участвовали одновременно в пяти движениях по окружностям, Земля — в трех и Луна — в четырех.

Заканчивался «Малый комментарий» следующим утверждением:

«Таким образом, тридцати четырех кругов достаточно для объяснения механизма устройства всей Вселенной и всего хоровода планет».

Коперник необычайно гордился своим достижением, ибо видел в нем наиболее гармоничное решение проблемы, сохранявшее к тому же принцип, в силу которого все движения небесных тел надлежит интерпретировать лишь как результат наложения движений по окружностям.

«Малый комментарий» был первым наброском великого произведения Коперника, не предназначенным для печати, и поэтому не содержал ни математических доказательств, ни таблиц с численными данными. Подробные выкладки Коперник отложил до написания своего основного труда. В «Малом комментарии» он ставил перед собой иную задачу, желая лишь показать, «как единый систематический подход позволяет получить всю совокупность движений». Разумеется, принципиально новой была у Коперника идея движения Земли. Ее он выразил следующим образом:

«...Пусть никто не предполагает, будто мы легкомысленно утверждаем подвижность Земли, следуя пифагорейцам. Серьезные доказательства нашего утверждения он найдет в моем описании кругов. Ведь те главные

доводы, на основе которых натурфилософы пытаются установить неподвижность Земли, опираются в основном на видимость. Такие аргументы сразу же рухнут, ибо и я доказываю подвижность Земли, опираясь на те же самые видимые явления».

Таким образом, мы имеем здесь первую, пока еще предварительную формулировку принципа относительности движений, более точно и четко выраженного в коперниковских *De Revolutionibus*, согласно которому при рассмотрении «видимых явлений» надлежит учитывать, что наблюдение за ними производится с Земли, движущейся в пространстве.

«Малый комментарий» был, несомненно, плодом многолетних размышлений, начавшихся еще в студенческие годы в Кракове и в Италии. Лишь когда новая концепция системы мира стала гармоничной и была подкреплена предварительными расчетами, Коперник решил придать ей форму рукописного наброска. Вопрос о том, когда это произошло, важен и интересен. К сожалению, в тексте самого «Малого комментария» нет никаких сведений, которые позволили бы ответить на него.

Л. А. Биркенмайер называет наиболее вероятную дату возникновения «Малого комментария», опираясь на приводимую у Коперника продолжительность года, вычисленную неизвестным нам астрономом, фигурирующим в «Малом комментарии» под псевдонимом *Hispalensis* [Севильский]. Действительно, в «Малом комментарии» говорится:

«Севильский астроном увеличил ее (продолжительность года) на $1/20$ часа и установил, что тропический год равен 365 дням 5 часам и 49 минутам».

Трудно с уверенностью сказать, кого имел в виду Коперник, говоря о «Севильском астрономе». Если, как утверждает Л. А. Биркенмайер, речь шла об Альфонсе из Кордовы, авторе «вечного» астрономического календаря, изданного в 1502 г., то окончательный вариант «Малого комментария» не мог появиться раньше 1502 г.

В качестве самой поздней даты создания «Малого комментария» Л. А. Биркенмайер называет 1514 г. При этом он исходит из того, что в составленном в 1514 г. списке книг, принадлежавших профессору Краковской академии Мацею Меховите, уже фигурирует «Малый комментарий». Следовательно, он никак не мог быть написан позже 1514 г.

Мы вряд ли будем далеки от истины, если предположим, что первый замысел великой теории мироздания появился у Коперника еще во время его занятий в Кракове и постепенно

конкретизировался в бытность Коперника в Италии. По возвращении из Италии в Польшу Коперник изложил свои идеи в виде наброска будущего большого труда. Лишенный строгих математических доказательств, этот набросок тем не менее содержал все наиболее важные принципы новой науки. Свою работу Коперник не предназначал для печати, ибо уже при написании «Малого комментария» помышлял о создании обширного труда, который содержал бы строгое математическое, надлежащим образом аргументированное изложение своей теории вместе с геометрическим описанием движения планет с позиций гелиоцентризма. Однако для этого ему необходимо было еще произвести новые наблюдения положений Солнца, Луны и планет, а также произвести трудоемкие вычисления для сравнения результатов наблюдений. Лишь тогда новая система мира обрела бы, наконец, законченный вид.



16. СОЗДАНИЕ КНИГИ

Математические сочинения пишутся для математиков...

Николай Коперник «О вращении небесных сфер». Предисловие

Немного времени мог уделять секретарь и личный врач епископа Лукаша Ватценроде работе над книгой, основные идеи которой были изложены в «Малом комментарии», и это понятно. Будучи помощником энергичного государственного мужа, в действительности подлинного удельного князя Вармии, в его многотрудной дипломатической деятельности, Коперник находился в самом вихре сложных проблем, которые встали перед Королевской Пруссией и Вармией в начале XVI в.

В шумном и многолюдном лидзбарском замке не было, разумеется, условий для научной работы, столь далекой от проблематики, находившейся в центре интересов епископа Ватценроде, к которым он действительно стремился привлечь внимание своего верного племянника. Еще менее подходящими для работы над книгой были многочисленные поездки, в которых Николай Коперник сопровождал епископа. Времени едва хватило на то, чтобы написать «Малый комментарий» (если только он не был написан еще до возвращения Коперника из Италии в Польшу).

Изменения к лучшему произошли лишь после переезда Коперника из лидзбарского замка епископа в тихий Фромборк. Правда, как мы уже говорили, капитул возложил на Ко-

перника многочисленные обязанности, однако тут уже можно было подумать об организации небольшой астрономической обсерватории. Правда, оборудование обсерватории было весьма скромным и состояло из трех астрономических инструментов, собственноручно изготовленных Коперником, библиотечки, в которой были собраны лишь самые необходимые книги и, наконец, небольшого подсобного помещения.

Деревянные инструменты Коперника — солнечный квадрант, трикветрум, или параллактический инструмент, и армиллярная сфера (птолемеевская астролябия) — были изготовлены в 1512—1515 гг. Ученый сконструировал их, руководствуясь описаниями, приведенными в «Альмагесте» Птолемея. Подобные инструменты были известны астрономам XV в., ими пользовался Региомонтан и другие астрономы.

Для наблюдения Солнца Коперник построил квадрант. Судя по описанию, приведенному во второй книге *De Revolutionibus*, устройство его было следующим. На квадратной доске была начерчена разделенная на градусы четверть окружности. В центре ее был вбит колышек, или гномон, отбрасывающий тень. По длине тени можно было судить о высоте Солнца над горизонтом. Квадрант был уста-

повлен на фундаменте в плоскости меридиана, причем точность установки контролировалась с помощью так называемого гидроскопа — разновидности ватерпаса.

Из элементарной астрономии известно, что Солнце занимает в полдень наивысшее положение относительно горизонта, или, как еще говорят, имеет наибольшую высоту над горизонтом (под высотой понимается угол между направлением на небесное тело и горизонтальной плоскостью). Измеряя высоту Солнца в различные дни года, можно определить по результатам измерений географическую широту того места, где производятся наблюдения, и положение эклиптики, или видимой траектории Солнца на небесной сфере, в частности угол между плоскостью эклиптики и плоскостью экватора, а следовательно, и наклон эклиптики к экватору. Еще в 1515 г. Коперник по наблюдениям, произведенным с помощью квадранта, вычислил географическую широту Фромборка. Производил он и другие наблюдения. К сожалению, при переезде в Ольштын в 1516 г. наблюдения пришлось прервать, квадрант же уничтожили крестоносцы во время одного из набегов на Фромборк.

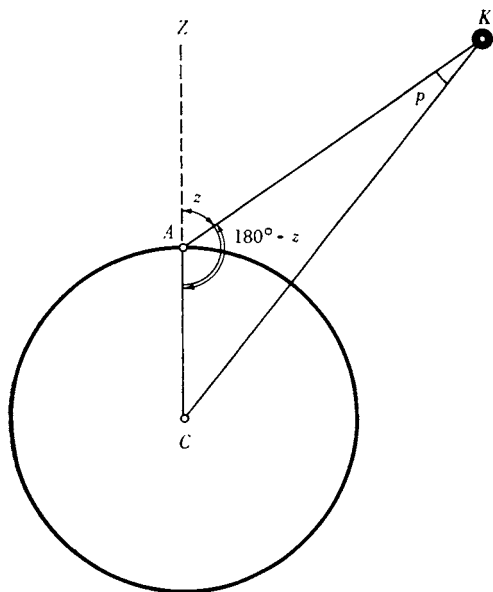
Другим любимым инструментом Коперника был трикветрум, или параллактический инструмент. Он состоял из трех длинных реек, одна из которых — вертикальная (AB) — была на петлях подвешена к отвесно стоящему столбу и могла поворачиваться вокруг столба, как дверь. К верхнему концу этой рейки была прикреплена подвижная рейка (BC). Через отверстие на конце этой линейки и нижнюю часть вертикальной рейки проходила третья рейка AC , на которую Коперник чернилами нанес 1414 делений. На рейке BC был

укреплен визир, который можно было направлять на наблюдаемое небесное тело. Зная в треугольнике ABC две стороны AB и BC , длина которых оставалась неизменной, и отсчитывая по делениям длину третьей стороны AC , нетрудно вычислить зенитное расстояние (угол ABC) наблюдаемого небесного тела.

Трикветрум предназначался в основном для измерения параллакса Луны, то есть угла, под которым виден с Луны радиус Земли, отсюда его второе название — параллактический инструмент. Параллакс Луны необходимо знать при вычислении расстояния от Земли до Луны, выраженного в радиусах Земли.

Наряду с зенитным расстоянием Луны, полученным из наблюдений с помощью трикветрума, необходимо было еще знать зенитное расстояние, какое имела бы Луна в момент наблюдения, если бы наблюдатель находился в центре Земли (см. рис. на стр. 178). Если A — точка на поверхности Земли, из которой производится наблюдение, C — центр Земли и K — Луна, то в треугольнике угол KAC является дополнительным к измеренному зенитному расстоянию Луны, угол ACK — зенитным расстоянием, отнесенным к центру Земли и вычисленным из теории движения Луны, AC — радиусом Земли. Эти данные позволяют легко вычислить расстояние от Земли до Луны.

Труднее всего найти угол AKC . В настоящее время положение Луны наблюдают из двух достаточно удаленных точек на поверхности Земли, а затем вычисляют угол AKC из видимых перемещений Луны на фоне звезд. Коперник не мог воспользоваться этим методом, и вычисление расстояния от Земли до Луны было для него весьма сложной задачей, хотя наблюдения за столь близким не-



Параллакс Луны

бесным телом, произведенные в течение одной ночи низко над горизонтом и высоко в небе, позволяют приближенно найти величину параллакса Луны. Разумеется, существенную помощь при этом оказывают таблицы движения Луны.

Трикветрум служил также и для измерения зенитного расстояния звезд. В частности, с помощью трикветрума Коперник в 1515 г. наблюдал во Фромборке самую яркую звезду в созвездии Девы, называемую по-латыни *Spica* (Спики).

Самым сложным инструментом была армиллярная сфера, которую Коперник называл астролябией. Она состояла из шести деревянных обручей, каждый из которых соответствовал определенному кругу на небесной сфере. Один из обручей соответствовал эклиптике, поэтому с помощью армиллярной сферы Коперник мог

определять долготы и широты планет относительно эклиптики.

Зрительные трубы, используемые в настоящее время для наведения измерительных инструментов на небесные тела, во времена Коперника еще не были известны. Оба его инструмента — трикветрум и армиллярная сфера — имели визир, состоявшие из двух дощечек с круглыми отверстиями, насаженных на подвижную рейку. Прямая, проходящая через центры отверстий, указывала направление на небесное тело. Наблюдатель ориентировал визир так, чтобы интересующее его тело находилось на луче зрения, проходящем сквозь оба отверстия.

Коперник мало занимался наблюдениями. После него не сохранилось длительных рядов систематических наблюдений. Он ограничился лишь наблюдением тех явлений, которые были необходимы для его теории. Наблюдал Коперник и некоторые другие небесные явления, свидетелем которых ему довелось быть. Так, сохранились записи о 63 наблюдениях, проведенных им в 1497—1541 гг., из которых 9 первых были сделаны в Италии, одно или два — в Кракове (затмение Луны в 1509 г. и, возможно, еще одно наблюдение в 1518 г. *), а остальные — в Вармии, главным образом во Фромборке. Однако это не означает, что указанными 63 наблюдениями исчерпываются все измерения, когда-либо производившиеся Коперником, поскольку часть записей могла бесследно исчезнуть.

* Наблюдение в Кракове, относящееся к 1518 г., точно не установлено. Нет никаких сведений, позволяющих утверждать, что Коперник выезжал в Краков, а из сделанных им записей нельзя сделать вывода, что наблюдение было произведено именно в Кракове. Вполне возможно, что оно производилось во Фромборке.

Производя свои наблюдения, Коперник руководствовался различными мотивами. В основном его наблюдения были связаны с его главной работой — над книгой, но могли быть вызваны и проблемами, возникшими при составлении календаря. Дело в том, что в ту пору проходила реформа календаря, принципы которого были заложены еще во времена Юлия Цезаря. Как известно, юлианский календарь, принятый впоследствии церковью, был основан на предположении о том, что продолжительность тропического года составляет 365 дней 6 часов. Отсюда следовало простое правило: после трех лет продолжительностью в 365 дней должен наступать четвертый, так называемый високосный год, продолжительность которого равна 366 дням. Однако оказалось, что тропический год, то есть промежуток времени между двумя последовательными прохождением Земли через точку весеннего равноденствия, несколько меньше 365 дней и 6 часов. Ошибка, накопившаяся в течение нескольких сот лет, привела к тому, что сроки на календаре перестали согласовываться с временами года. Это обстоятельство имело для церкви весьма существенное значение при вычислении дат непостоянных праздников, ибо главный христианский праздник — Пасха — должен приходиться на первое воскресенье после первого весеннего полнолуния, а началом весны по постановлению Никейского собора в 325 г. считалось 21 марта, поскольку именно этот день совпал тогда с весенним равноденствием. Со временем расхождение между календарным годом и тропическим становилось все заметнее, и весеннее равноденствие приходилось на все более раннюю дату. В XVI в. равноденствие наступило 11 марта.

Если бы не укоренившееся в сознании некоторых астрономов представление о циклических колебаниях в движении точки весеннего равноденствия, или о трепидации, проблема решалась бы просто: достаточно было бы лишь несколько видоизменить правила, по которым устанавливается последовательность обычных и високосных лет, как все сразу бы упростилось. Однако если мы подойдем к проблеме с точки зрения астрономов того времени и будем, как это еще делал Коперник, считать истинной теорию трепидации, то задача станет необычайно сложной, ибо в свете этой теории продолжительность тропического года нельзя определить раз и навсегда, поскольку она подвержена периодическим изменениям.

Во время Латеранского собора, продолжавшегося с 1512 по 1517 г., церковь обратилась к ученым различных стран с просьбой принять участие в работе по реформе календаря. Такое приглашение было получено в 1513 г. и Коперником от Павла из Миддельбурга, епископа фоссомбронского. Из одного этого факта видно, что наш астроном, хотя и находился вдали от научных центров, уже пользовался достаточно широкой известностью. Вполне возможно, что именно копия его «Малого комментария» попала в Рим.

Коперник тотчас же откликнулся на призыв епископа Павла из Миддельбурга и еще в первой половине 1513 г. сообщил ему свое мнение по поводу реформы календаря. Содержание самого послания Коперника к епископу не сохранилось, но можно с уверенностью сказать, что Коперник придерживался в нем тех же взглядов, которые в 1542 г. выразил в посвящении своих *De Revolutionibus* папе Павлу III. В посвящении говорится:

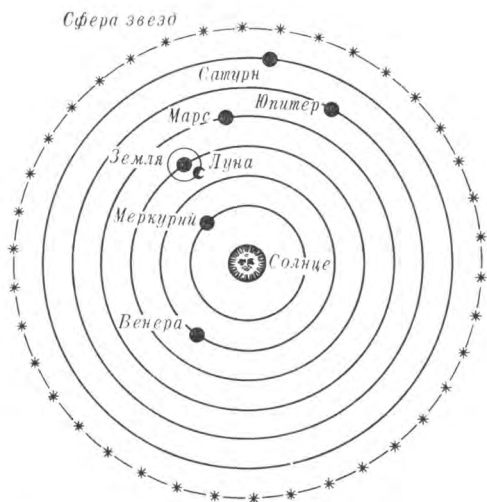


Схема гелиоцентрической системы мира по Копернику

«...Математики... до такой степени не уверены в движении Солнца и Луны, что не могут при помощи наблюдений и вычислений точно установить на все времена продолжительность тропического года».

Насколько известно, высказанное Коперником мнение относительно реформы календаря было встречено критикой со стороны Павла из Миддельбурга.

Проблемы реформы календаря при всей их важности были не более чем эпизодом в астрономической деятельности Коперника. Его мысли были заняты разработкой новой системы мира и написанием обширного труда по образу птолемеевского «Альмагеста». Коперник обращался к трудам других астрономов. Среди прочитанных им книг почетное место занимали «Извлечения» Региомонтана, откуда ученый черпал основные сведения об «Альмагесте». Сам же «Альмагест», переведенный на латинский

язык Жераром из Кремоны, вышел из печати лишь в 1515 г. и вскоре попал в руки Коперника.

К сожалению, неизвестно, как создавались отдельные части, или книги, основного сочинения Коперника, ибо сам Коперник дневника не вел и отдельных фаз создания своего произведения не фиксировал. Лишь однажды, как мы уже говорили, он обронил замечание о том, что продержал свое сочинение «глубоко запрятанным четыре десятилетия». Не исключено, однако, что эти слова относятся не ко всему сочинению в целом, а лишь к его принципиальным основам, первоначально изложенным в «Малом комментарии». Четыре десятилетия, истекшие в 1542 г., когда Коперник написал эти слова, говорят о том, что работа над сочинением началась еще до 1515 г., то есть тогда, когда Коперник переехал на постоянное жительство во Фромборк.

Проблемы реформы календаря и в особенности необходимость установления точного значения продолжительности тропического года вынудили Коперника заняться определением точек на небесной сфере, к которым можно было бы относить движение Солнца, то есть заняться определением положений звезд. Для этой цели достаточно было бы взять небольшое число звезд, расположенных вблизи эклиптики, но Коперник, пользуясь «Альмагестом», составил каталог, содержащий 1028 звезд. Каталог Коперника следует рассматривать как одно из повторений каталога Птолемея, встречающихся и в других работах, например в «Альфонсинских таблицах», которые Коперник приобрел еще в Кракове, и в сочинении Валла *De expetendis et fugiendis rebus* [О вещах, к которым следует стремиться, и вещах, которых надлежит избегать], выпущенном в свет в

1501 г. Возможно, что свой каталог Коперник составил еще в Италии, хотя исследования Е. Добжицкого показывают, что оба названных каталога не могли служить непосредственным источником для коперниковского каталога. Не мог быть источником и латинский перевод «Альмагеста» Птолемея, ибо он вышел лишь в 1515 г., а каталог Коперника был составлен раньше, чем новое издание дошло до Фромборка. Позднее, работая над основным текстом *De Revolutionibus*, Коперник производил различные наблюдения в Ольштыне и Фромборке. В Ольштын Коперник взял с собой трикветрум и армиллярную сферу и, несмотря на ворох дел хозяйственных, административных и даже военных, не прерывал работы над своим главным произведением, продолжая писать и производя наблюдения. Вероятно, именно в этот период была написана основная часть труда, в которой излагались философские взгляды и мировоззрение ученого и которая вошла в первую книгу *De Revolutionibus*, где основные принципы новой системы мира изложены без математических доказательств. Первоначально Коперник намеревался написать восьмитомное сочинение, затем уменьшил число книг до семи, а в окончательной редакции — до шести книг. Последовательность написания отдельных книг можно установить по приводимым в тексте *De Revolutionibus* датам наблюдений и водяным знакам на бумаге, на которой написана рукопись произведения Коперника. Вероятнее всего, что после книги I Коперник написал те книги, которые в окончательной редакции получили номера III и IV. Почти одновременно была написана почти вся книга V (движение планет по долготе) и часть книги VI (движение планет по ши-

роте). Эти части *De Revolutionibus* были созданы около 1530 г., ибо в них используется наблюдение 1529 г., но ничего не говорится о наблюдении Венеры, произведенном в 1532 г.

Позднее была написана книга II, содержащая данные о восходах и заходах, а также о времени, то есть такие элементарные сведения из астрономии, которые в наше время принято относить к так называемой сферической астрономии. Затем Коперник написал оставшуюся часть книги V и закончил трудную для него книгу VI. В самом конце работы был написан раздел о сферической тригонометрии, включенный при окончательной подготовке рукописи к печати в книгу I.

Параллельно с работой над текстом своего творения Коперник производил наблюдения. В 1512—1516 гг. он в основном занимался наблюдениями Солнца с помощью квадранта, а также время от времени производил наблюдения планет с помощью армиллярной сферы и звезды Спика из созвездия Девы — с помощью трикветрума. Переехав из Фромборка в Ольштын, Коперник захватил с собой трикветрум и армиллярную сферу и с помощью этих инструментов произвел несколько наблюдений. На память о пребывании Коперника в Ольштыне осталась начерченная им «таблица наблюдений Солнца», впоследствии названная, хотя и не совсем точно, солнечными часами. Этой таблицей Коперник пользовался для определения моментов наступления весеннего и осеннего равноденствий.

По возвращении во Фромборк Коперник при наблюдении планет чаще всего пользовался армиллярной сферой, произвел несколько наблюдений с помощью трикветрума и наблюдал невооруженным глазом затмения Солнца и Луны. В частности, 30 января 1534 г. Коперник во время

своего короткого пребывания в Кракове (по-видимому, у большого епископа Фербера) наблюдал затмение Луны. Не прекратил полностью астрономических наблюдений он и тогда, когда его сочинение было отдано в печать, свидетельство чего — три произведенных им наблюдения затмений в 1539, 1540 и 1541 гг.

Признавая необходимость наблюдений, Коперник сам занимался ими сравнительно мало, инструменты имел довольно примитивные, вследствие чего и достигнутая им точность наблюдений была невелика: наблюдая положения небесных тел, он вынужден был довольствоваться точностью в $10'$, то есть примерно в одну треть солнечного или лунного диска. Сказанное отнюдь не следует считать упреком в адрес Коперника, ибо он прежде всего был теоретиком, создателем новой системы мира, еще при жизни принесшей ему известность.

Передавались из рук в руки рукописные экземпляры его «Малого комментария», содержавшего основные принципы новой астрономической теории, исходившей из главного допущения о подвижности Земли. Теория Коперника была известна его ближайшим друзьям — Бернарду Ваповскому и Тидеманну Гизе, могли знать о ней и его коллеги — фромборкские каноники, совершавшие частые поездки по Европе, особенно в Рим. Вармийская епархия даже имела в Риме своего постоянного представителя. С 1527 г. этот пост занимал находившийся в дружеских отношениях с Коперником каноник Александр Скультети, который мог проинформировать папское окружение о необычных результатах астрономических исследований каноника Николая Коперника. Возможно, что о теории Коперника в Ватикане узнали из каких-то иных источников —

во всяком случае, теория Коперника была темой беседы, состоявшейся в 1533 г. между известным ориенталистом Иоганном Альбертом Видманштадтом и папой Климентом VII. На память об аудиенции Видманштадт получил от папы роскошный том рукописного греческого кодекса, исполненного на пергаменте. На этом кодексе Видманштадт своей рукой сделал следующую надпись:

«Папа Климент VII подарил мне этот кодекс в 1533 году в Риме, когда я объяснял ему в оградах ватиканских ...теорию Коперника о движении Земли.

Иог. Альберт Видманштадт, его святейшества секретарь, домочадец и слуга».

Работа над *De Revolutionibus*, вероятно всего, была закончена в 1532 г. На основе своей гелиоцентрической теории Коперник, вняв уговорам Бернарда Ваповского, составил астрономический альманах. Рукопись этого альманаха, полученную от Коперника, Ваповский намеревался опубликовать в Вене с помощью известного австрийского дипломата Зигмунда Герберштейна. В письме к Герберштейну от 15 октября 1535 г. Ваповский писал:

«Пресветлый господин мой!... Посылаю Вам вещь новую и давно ожидаемую учеными — альманах с точнейшими и наилучшим образом исправленными движениями планет, сильно отличающийся от всех ранее известных альманахов. Альманах сей вычислен по новым таблицам, составленным преподобным отцом Николаем Коперником, вармийским каноником... Отец Николай великолепный математик и утверждает, что для того, чтобы разобраться в движениях

планет, необходимо приписать некое движение и Земле. Мнения этого он придерживается уже в течение многих лет и уверен, что Земля движется, хотя мы и не ощущаем ее движения... Мне бы хотелось, чтобы его сочинение получило распространение особенно среди знатоков небесных дел, занимающихся в Германии составлением альманахов, и те могли бы наилучшим образом подготовиться и признать ошибки и свои, и своих таблиц. Я хотел бы, чтобы Ваше превосходительство отдало это сочинение в печать и уведомило меня об этом, ибо я, господин Николай Коперник и многие другие радеем для общей пользы.

Бернард Ваповский, краковский кантор, королевский секретарь».

Однако до печатания альманаха дело так и не дошло. Что стало с его рукописью, неизвестно. В конце ноября 1535 г. Ваповский умер, и проследить за печатанием альманаха стало некому. Незадолго до 1536 г. Тидеманн Гизе написал трактат, в котором выступил в поддержку теории Коперника и даже привел положительный отзыв о Копернике Эразма Роттердамского. Сообщение об этом труде мы находим в записках Яна Брожека, краковского математика, жившего в начале XVII в., но сам трактат Гизе не был напечатан, и рукопись его пропала.

Интересом, который вызывала в Риме теория Коперника, объясняется, по-видимому, и следующее письмо, которое кардинал Николай Шёнберг направил великому преобразователю астрономии:

«Николай Шёнберг, кардинал капуанский,

Николаю Копернику привет.

Когда несколько лет назад все только и знали, что говорили мне о твоих необычайных дарованиях, я почувствовал к тебе глубокое уважение и поделился своей радостью со своими земляками, среди которых ты пользуешься такой славой. Я узнал, что ты не только превосходно знаешь творения древних астрономов, но и сам придумал новую теорию мироздания. В своей теории ты учишь, что Земля движется, Солнце находится в центре Вселенной, восьмое небо неподвижно и вечно покоится, Луна с Землей и заключенными в Земной сфере стихиями расположена между Марсом и Венерой и в течение года совершает оборот вокруг Солнца. Сверх всего ты объяснил своими доказательствами теорию астрономии и составил таблицы движений небесных тел, вызывающие всеобщее восхищение. Поэтому, ученейший из мужей, если только моя просьба не будет тебе в тягость, я настоятельно прошу тебя, чтобы ты поделился всеми своими открытиями с любителями науки и как можно скорее выслал мне свои размышления о системе мира вместе с таблицами и всем, что полагается. Я попросил Теодора Редена, дабы все материалы были переписаны за мой счет и высланы мне. Если ты исполнишь это мое желание, то увидишь, что имеешь дело с человеком, заботящемся о твоём имени и желающим воздать должное твоим выдающимся дарованиям. Будь здоров!

Писано в Риме, дня 1 ноября 1536 года».

Сколько высоко Коперник оценил послание кардинала Шёнберга, видно хотя бы из того, что он упоминает об этом письме в посвящении своего труда папе Павлу III. Неизвестно, однако, исполнил ли Коперник прось-

бу Шёнберга и что именно он ему выслал. В 1537 г. Шёнберг умер.

Таким образом, высокопоставленные иерархи католической церкви сначала не только не запрещали теорию Коперника, но и, наоборот, проявляли к ней всяческий интерес и высказывали удивление ее необыч-

ностью. Иначе была встречена гелиоцентрическая система в протестантском мире, где теорию Коперника решительно осудили как Меланхтон, так и Лютер. Тем не менее инициатива печатания великого произведения Коперника исходила от протестантских ученых.



17. ПЕЧАТАНИЕ ВЕЛИКОГО ТРУДА

...Пусть же восторжествует истина и добродетель, пусть науки всегда будут окружены подобающим им уважением и пусть каждый добрый мастер своего дела выпускает в мир то, что полезно, и проводит свои изыскания так, чтобы все видели, что он стремится к истине.

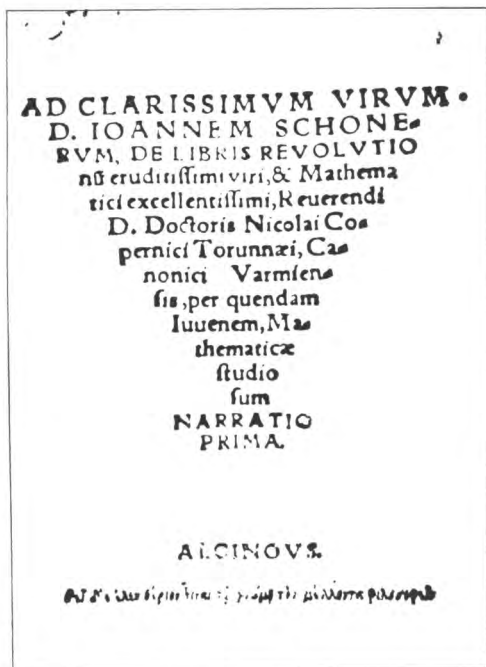
И. Ретик «Первое повествование»

Слухи о необычайном сочинении фромборкского астронома, которые уже начали распространяться, достигли протестантского университета в Виттенберге. Кафедру математики в нем занимал Георг Иоахим фон Лаухен де Торрис (1514—1576), прозванный Ретиком в честь Ретии — латинского названия области Тироль, откуда он был родом. Новая теория очень заинтересовала этого молодого ученого, и, чтобы основательно познакомиться с ней, он решил отправиться к ее создателю в Вармию. В мае 1539 г. Ретик появился во Фромборке, где нашел у маститого астронома самый доброжелательный прием.

Коперник не только изложил Ретiku свою теорию, но и подробно разъяснил ему многие особо трудные места. Ретик с жаром принимался штудировать уже законченную рукопись *De Revolutionibus* и за несколько месяцев упорной работы подготовил краткий пересказ книги III, содержащей, впрочем, изложение всех основных принципов теории Коперника. Рукопись свою Ретик опубликовал в 1540 г. в Гданьске в форме письма к Иоганну Шонеру, нюрнбергскому математику, под следующим длинным названием: *Ad clarissimum virum D[ominum] Joannem Schonerum de libris revolutionum eruditissimi viri et*

Mathematici excellentissimi, Reverendi D[omini] Doctoris Nicolai Copernici Torunnaei, Canonici Varmiensis, per quendam Juvenem, Mathematici studiosum Narratio prima. [Славнейшему мужу господину Иоганну Шонеру о книгах вращений ученейшего мужа и знаменитейшего математика преподобного господина доктора Николая Коперника из Торунни, вармийского каноника, от некоего юноши, изучающего математику, первое повествование]. В научной литературе сочинение Ретика называется кратко *Narratio prima*, или «Первое повествование». Это было первое опубликованное в печати изложение теории Коперника. Философские рассуждения и сведения о новой теории Ретик перемежал похвалами в адрес своего учителя. Примером их может служить следующий отрывок из «Первого повествования»:

«Прежде всего, ученейший господин Шонер, я хотел бы, чтобы ты считал мужа, трудами которого я пользуюсь, ничуть не уступающим Региомонтану во всех разделах науки и особенно в знании астрономии. Я охотнее уподоблю его Птолемею, не потому, что чту Региомонтана меньше Птолемея, но потому, что мой учитель, так же как и Птолемей, имел счастье по милости божией до-



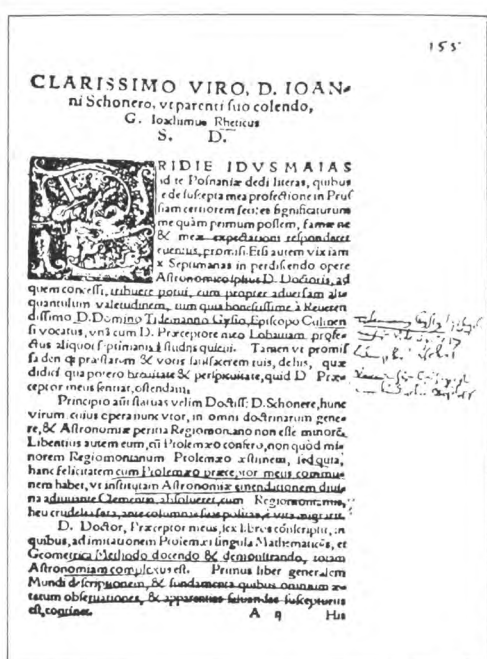
Титульный лист «Первого повествования» Ретика

вести до конца предпринятое им исправление астрономии, в то время как Региомонтан (как жестока судьба!) ушел из жизни, так и не успев воздвигнуть колонны.

Господин доктор, мой учитель, написал шесть книг, в которых охватил всю астрономию, по примеру Птолемея объясняя и доказывая отдельные места математическим и геометрическим методом. Первая книга содержит общее описание мира и основные положения, опираясь на которые он взял на себя труд объяснить... данные наблюдений для всех времен».

Перечисляя все книги *De Revolutionibus*, Ретик писал далее:

«Первые три книги я изучил полностью, в четвертой понял основную



Начало «Первого повествования» Ретика

идею, а из остальных охватил своим разумом лишь общие положения...

Итак, с божьей помощью я расскажу тебе как можно более понятно все, что он излагает в третьей книге вместе с гипотезами относительно всех остальных движений в той мере, в какой я могу постичь их своим слабым разумом».

Narratio prima Ретика было довольно обширным, даже несколько растянутым сочинением, в котором наряду с результатами исследований Коперника излагались и собственные рассуждения автора, в том числе и рассуждения, носившие астрологический характер. Например, повествуя о движении эксцента и движении апогея Солнца, Ретик утверждал, что великие монархии сменяются в зависимости от движения эксцента. Хотя

таких астрологических рассуждений Ретика в *Narratio prima* сравнительно мало, все же следует подчеркнуть, что они не имеют ничего общего со взглядами самого Коперника, который был весьма далек от астрологических спекуляций. Всё *Narratio prima* проникнуто преклонением Ретика перед Коперником, хотя автор «Первого повествования», как, впрочем, и сам Коперник, относился с большим уважением и к Птолемею. Именно поэтому Ретик особо подчеркивал, что Коперник стремился не опровергнуть теорию Птолемея, а лишь исправить ее. В конце своего *Narratio prima* Ретик пишет о сущности работы Коперника следующее:

«Мне хотелось бы, чтобы об учнейшем муже господине докторе, моем учителе, ты придерживался того мнения (и был в нем совершенно убежден), что для него нет ничего более важного и почтенного, чем идти по стопам Птолемея точно так же, как сам Птолемей следовал своим древним предшественникам. Когда же, однако, он понял, что явления, которые правят астрономией, и сама математика вынуждают его, даже вопреки его собственной воле, принимать нечто иное, то он все же счел возможным направить свои стрелы в ту же цель и тем же способом, что и Птолемей, хотя для этого ему пришлось взять лук и стрелы, сделанные из материала совсем другого рода, чем тот, которым пользовался Птолемей. Здесь следует иметь в виду: кто собирается философствовать, должен иметь непредвзятый разум. Впрочем, как любому благородному человеку, а тем более натуре, склонной к философии, моему господину учителю чуждо и в высшей степени ненавистно из-за какой-то любви к новому отступать от правильных мнений древних философов, если



Экземпляр «Альмагеста» Птолемея, подаренный Копернику Ретиком

только важные причины и само дело не побудят его сделать это. Не тот у него возраст, не та строгость нрава и глубокая ученость, не та возвышенность ума и величие духа, чтобы у него могло возникнуть подобное желание, свойственное скорее юношескому возрасту или тем, кто много размышляет над малой теорией, ежели воспользоваться словами Аристотеля, или же горячим головам, которые увлекаются в любом направлении любым ветерком и своим настроением и, как бы лишившись вдруг руля, хватают все, что ни попадет им в руки, да еще отстаивают из всех сил свои «приобретения».

Пусть же восторжествует истина

и добродетель, пусть науки всегда будут окружены подобающим им почетом и пусть каждый добрый мастер своего дела выпускает в мир то, что полезно, и проводит свои изыскания так, чтобы все видели, что он стремится к истине. И никогда не будет господин учитель страшиться мнения благородных и ученых мужей, суду которых он готов подчиниться».

В этих по-старинному замысловатых периодах отчетливо ощущается, с одной стороны, преклонение ученика перед своим учителем, с другой — старания Ретика убедить читателя своего анонимно изданного сочинения в том, что Коперник не отвергал полностью освященных вековой традицией авторитетов, а лишь стремился к познанию истины о Вселенной. Ретик явно опасается отрицательной реакции со стороны авторитетов церкви, в частности со стороны влиятельных кругов Виттенберга. Опасения его не были лишены основания. Реакция Виттенберга, бывшего очагом протестантской науки, вскоре стала ясна из слов Меланхтона, написанных в 1541 г.:

«Некоторые почитают за особую честь и удачу, если им удастся высказать столь же абсурдные утверждения, как и тому сарматскому астроному, который привел в движение Землю и остановил Солнце. Поистине мудрым властям следовало бы одергивать тех, кто проявляет подобное легкомыслие».

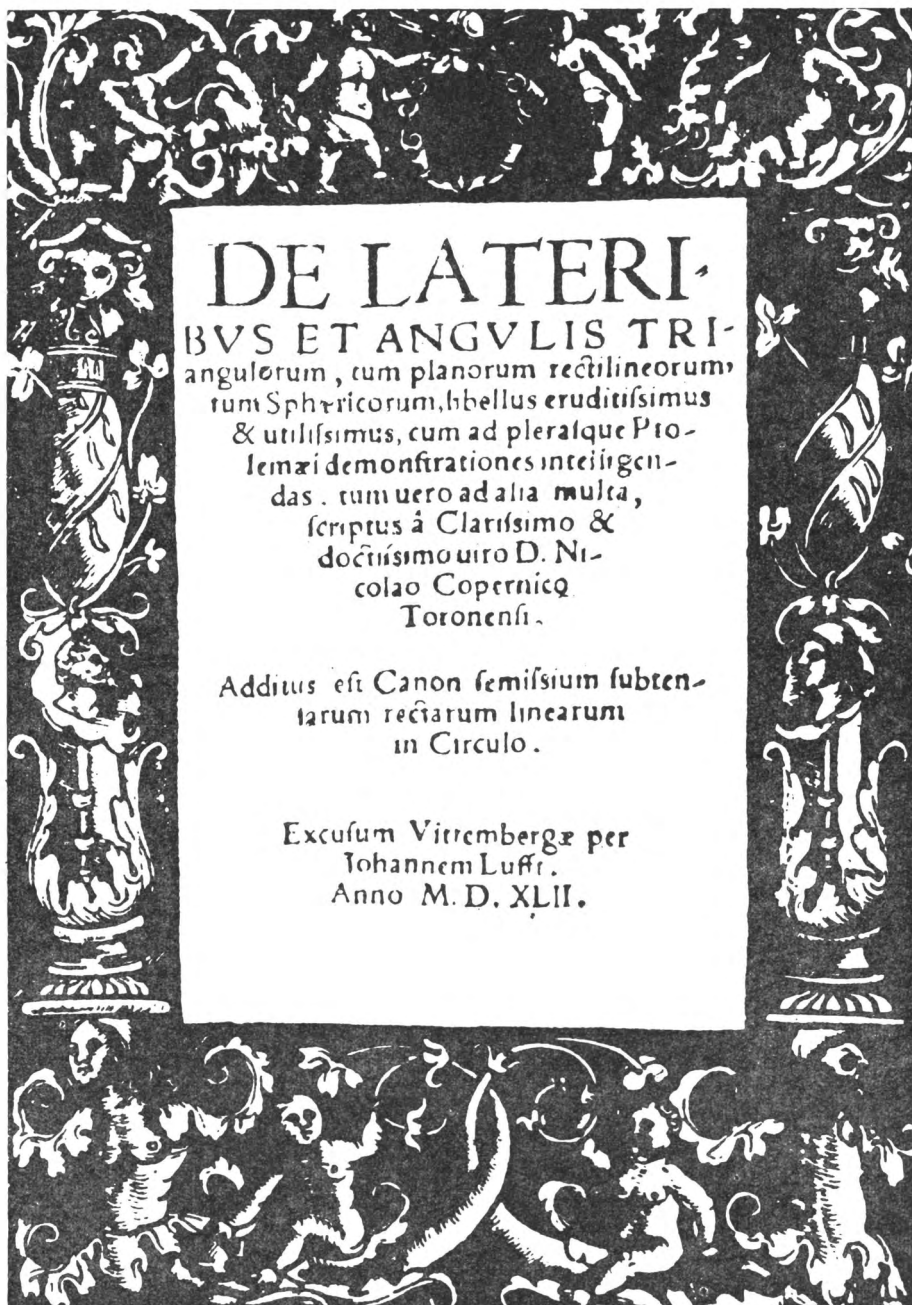
В гораздо более резком тоне отзывался о Копернике сам Мартин Лютер (1539 г., *Tischreden* — «Застольные беседы»):

«Рассказывают о новом астрономе, который хочет доказать, будто движется и вращается вокруг себя Земля, а не небесная твердь, или небо, Солнце и Луна... Но тут дело вот в

чем: если кто хочет быть умным, то должен придумать что-нибудь свое и считать превыше всего то, что придумал!... А ведь в священном писании ясно сказано, что Иисус Навин приказал остановиться Солнцу, а не Земле».

Несмотря на то что лютеранские круги крайне неодобрительно отнеслись к основной идее теории Коперника, его *De Revolutionibus* были впервые напечатаны именно в протестантском Нюрнберге. Еще до того, как рукопись была доставлена в Нюрнберг, протестантский теолог Андрей Осияндер, ставший впоследствии редактором *De Revolutionibus*, вместе с печатником Иоганном Петрейусом и математиком Иоганном Шонером обратились в 1540 г. к Копернику с письмом, в котором просили доверить им работу над книгой.

Коперник все еще продолжал вносить в *De Revolutionibus* некоторые исправления, пользуясь тем, что Ретик привез ему новое, лишь незадолго до того (в 1538 г.) вышедшее в Базеле греческое издание «Математике синтаксис» Птолемея, намного превосходившее по своим достоинствам изданный в 1515 г. латинский перевод того же сочинения с арабского языка, выполненный двумя веками раньше Жераром из Кремоны. Именно тогда Коперник изменил свои планы, решив разбить свое сочинение вместо семи на шесть книг, дополнил некоторые разделы о движении планет и заново изложил раздел, посвященный сферической астрономии, или геометрической теории явлений, наблюдаемых на небесной сфере. Ретик, по-видимому, снял копию с готовой рукописи и осенью 1541 г., возвращаясь в Виттенберг, захватил ее с собой, чтобы отдать книгу в набор.



DE LATERO
BVS ET ANGLVLIS TRI-
angulorum, cum planorum rectilineorum
tum Sphericorum, libellus eruditissimus
& utilissimus, cum ad pleraque Pro-
blemati demonstrationes intelligen-
das. tum uero ad alia multa,
scriptus à Clarissimo &
doctissimo uiro D. Ni-
colao Copernico
Toronensi.

Additus est Canon semisium subten-
tarum rectarum linearum
in Circulo.

Excusum Vitembergæ per
Iohannem Lufft.
Anno M. D. XLII.

Титульный лист тригонометрии Коперника

Затем печатание книги взял в свои руки Осияндер. Почти сразу же он обратился к Копернику с просьбой написать такое предисловие, которое умиротворило бы философов и теологов, чьих возражений Осияндер не без основания опасался. В письме Копернику от 20 апреля 1540 г. он писал следующее:

«Относительно гипотез я всегда придерживался того мнения, что они не являются символами веры, а служат основой для вычислений, вследствие чего они могут быть даже ложными, лишь бы правильно передавали явления. Откуда нам знать, что служит причиной неравномерности движения Солнца: эпипикл или, если мы примем гипотезы Птолемея, эксцентр. Ведь причиной может быть и то, и другое. Я бы весьма приветствовал, если бы об этом кое-что было сказано в предисловии. Так нам удалось бы умиротворить перипатетиков* и теологов, возражений которых я опасуюсь».

Аналогичные аргументы Осияндер выдвигал и в письме к Ретику:

«Перипатетиков и теологов удалось бы ублажить, если бы они услышали..., что гипотезы эти публикуются не потому, что соответствуют истинному положению вещей, а лишь как наиболее удобные для вычислений».

Для Коперника его теория была не гипотезой, облегчающей вычисления, а правильной картиной устройства мира. Поэтому он категорически отверг предложение Осияндера и вместо этого в июне 1542 г. прислал ему блестящее по форме и глубокое по содержанию предисловие, написанное в виде посвящения папе Павлу III.

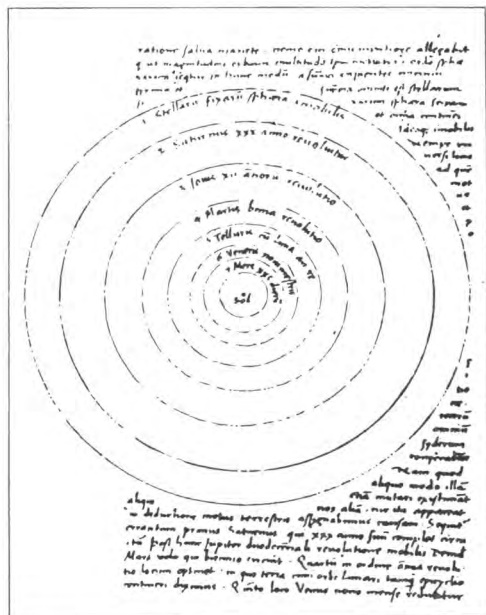
* То есть философов аристотелевского направления.

В это же время в Виттенберге вышла из печати книга Коперника *De lateribus et angulis triangulorum* [О сторонах и углах треугольников], которая затем вошла в I книгу *De Revolutionibus*. В августе 1542 г. в Нюрнберге в типографии Петрейуса началось печатание труда Коперника. Тяжело заболевший в это время автор не знал, как намерены поступить с его сочинением издатели, и поэтому не мог воспротивиться тому, что Осияндер, хотя и поместил посвящение папе Павлу III, все же изъясил предисловие, написанное Коперником. Вместо него он поместил свое собственное анонимное предисловие, в котором теория Коперника представлялась лишь как гипотеза, предназначенная для облегчения вычислений. Умирающий Коперник не мог ни протестовать, ни противиться этому шагу. Так, с поддельным предисловием, противоречившим намерениям автора, первый экземпляр *De Revolutionibus* был доставлен во Фромборк. Предание гласит, что это произошло 24 мая 1543 г., в день смерти великого творца. Коперник прикоснулся к книге холодеющими руками, но уже был не в силах осознать, что труд, ставший делом всей его жизни, вышел, наконец, в свет. Как известно из сообщения Тидеманна Гизе, Коперник умер от «кровоизлияния и последовавшего за ним паралича правой стороны тела, задолго до этого впад в беспамятство и потеряв ясность ума». Таким образом, он не мог исправить преднамеренных искажений, внесенных в его сочинение недобросовестными издателями, а самое главное не мог воспрепятствовать распространению своего труда с предисловием, представляющим в неверном свете намерения автора.

Каково же было содержание анонимного предисловия, автором кото-



Портрет Коперника конца XVI века



Страница из рукописи *De Revolutionibus* с рисунком, изображающим планетную систему

рого, как установил в начале XVII в. Иоганн Кеплер, был Осияндер? Начиналось оно словами:

«К читателю о гипотезах, лежащих в основе этой книги... Я не сомневаюсь, что после того, как распространилась молва о новизне гипотезы, лежащей в основе этой книги, согласно которой Земля движется, а Солнце покоится недвижимо в центре мира, некоторые ученые будут сильно поражены и скажут, что не следует ниспровергать издавна правильно обоснованные свободные науки. Однако если они захотят как следует поразмыслить, то обнаружат, что автор этого сочинения не совершил ничего, что заслуживало бы порицания».

После этих слов, которые должны были оправдать в глазах читателя

автора якобы нелепой теории, в предисловии говорится следующее:

«Действительно, каждому астроному свойственно на основании тщательных и искусных наблюдений составлять историю небесных движений. Поскольку же никакой разум не в состоянии исследовать истинные причины или гипотезы этих движений, астроном должен придумать какие-то гипотезы, чтобы с их помощью на основе принципов геометрии можно было вычислять эти движения как для будущих, так и для прошедших времен. И то, и другое искусный автор этой книги выполнил в совершенстве. Ведь нет необходимости считать, что гипотезы эти отвечают истине или даже правдоподобны. Достаточно, чтобы они приводили к согласию между наблюдениями и вычислениями».

Таким образом, хотя во вступлении воздавалось должное таланту автора, его произведение представлялось как чисто формальное, не относящееся к сути дела, недоступное для понимания.

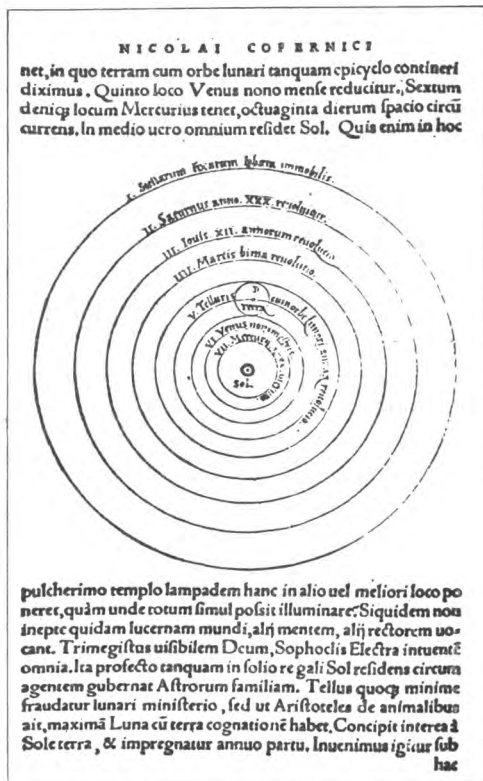
Говоря далее о том, как трудно построить правдоподобную гипотезу об эпицикле Венеры, и о том, что «как известно, нельзя познать причин видимых неравномерных движений» небесных тел, Осияндер приходит к следующему выводу:

«Позволим же, чтобы наряду со старыми гипотезами выступили и эти новые, хотя и они ничуть не более правдоподобны, в особенности по той причине, что они одновременно и удивительно просты, и сопровождаются учеными наблюдениями. Во всем же, что касается гипотез, пусть никто не ожидает получить от астрономии чего-нибудь достоверного, ибо она не

в состоянии дать ничего подобного. Если же кто-нибудь примет за истину то, что придумано другими, то от такой науки станет еще глупее, чем был, когда приступал к ее изучению. Будь здоров!»

Столь нелепое и в высшей степени недобросовестное предисловие умаляло ценность теории Коперника в глазах неподготовленных читателей и вызывало возмущение у тех, кто понимал ее сущность. Так, чувством глубокого возмущения проникнуто, например, письмо Тидеманна Гизе к Ретику от 26 июля 1543 г.:

«Вернувшись после бракосочетания короля из Кракова, я нашел в Любаве два присланных тобой экземпляра только что напечатанного сочинения нашего Коперника, о смерти которого узнал лишь по прибытии в Пруссию. Скорбь от утраты брата, мужа благородного, я мог бы в какой-то мере утолить чтением книги, как бы вновь возвращающей его к жизни. Однако уже в самом предисловии к ней я заметил злой умысел, и, как ты правильно называешь, вероломство Петрейуса, наполнившее меня чувством жгучего негодования еще более острым, нежели горечь утраты... Чтобы тот, кто позволил себе неслыханную дерзость, поместив искажающее существо дела предисловие, не остался безнаказанным, я написал нюрнбергскому сенату, что считаю необходимым восстановить доброе имя автора. Посылаю тебе это письмо вместе с его копией, дабы ты, смотря по обстоятельствам, сам мог решить, какие шаги лучше всего предпринять, чтобы возбудить дело. Я обращаюсь к тебе потому, что не вижу никого, кто более подходил бы для этой цели и охотнее вызвался бы представить интересующее нас дело сенату, чем ты, который был режис-



Страница из первого издания *De Revolutionibus* со схемой планетной системы

сером сыгранной драмы. Мне также кажется, что даже сам автор не мог бы лучше, чем ты, способствовать восстановлению истины. Очень прошу тебя сделать все, что в твоих силах. Если бы удалось заново напечатать первые листы, то можно было бы дополнить книгу другим предисловием, которое очистило бы от клеветы даже те экземпляры, которые успели разойтись.

Хотелось бы также, чтобы книге была предпослана та превосходно написанная тобой биография автора, которую я некогда имел удовольствие читать, поскольку для заверше-

ния истории не хватало лишь смерти» *.

Вмешательство Гизе не привело к каким-либо результатам, поскольку нюрнбергский сенат встал на сторону Петрейуса, а Ретик, так ничего и не предприняв для того, чтобы изъять

* Цит. по книге J. Wasiutiński, *Kopernik, twórca nowego nieba*, Warszawa, 1938, str. 486—487.

предисловие Осиандера, вскоре уехал в Италию. В таком же виде — с предисловием, сфабрикованным Осиандером, без подлинного предисловия, написанного Коперником, — вышло второе и третье издания *De Revolutionibus* (Базель, 1566 г., и Амстердам, 1617 г.). Подлинное предисловие появилось лишь в четвертом издании, вышедшем в 1854 г. под редакцией Яна Барановского в Варшаве.



18. DE REVOLUTIONIBUS

...Таким образом, предположив существование тех движений, которые далее, в самом произведении, приписаны мною Земле, я, наконец, после многочисленных и долголетних наблюдений понял, что если с круговым движением Земли сравнить движения остальных блуждающих светил и вычислить эти движения для периода обращения каждого светила, то удастся воспроизвести не только наблюдаемые у светил явления, но и последовательность и размеры светил и их сфер... окажутся тесно связанными между собой,

Н. Коперник «О вращениях небесных сфер».
Предисловие

Труд Коперника был опубликован в 1543 г. тиражом менее 1000 экземпляров под названием *Nicolai Copernici Torinensis De Revolutionibus Orbium Coelestium, Libri VI*, или, в переводе на русский язык, «Николая Коперника из Торуня шесть книг о вращениях небесных сфер». Название это было дано сочинению Коперника издателями. Как назвал свой труд сам Коперник, не известно. На экземпляре, присланном Ретиком вармийскому канонику Доннеру, бывшему близким другом Коперника в последние годы жизни великого астронома, слова *Orbium Coelestium* зачеркнуты.

Титульный лист рукописи не сохранился. Вполне возможно, что Коперник назвал ее коротко *De Revolutionibus*, хотя естественно возникал бы вопрос: «О вращениях» чего? В настоящее время сочинение Коперника принято для краткости называть *De Revolutionibus*, хотя в первой фразе посвящения папе Павлу III Коперник сообщает, что написал книгу *De Revolutionibus sphaerarum mundi*, то есть «О вращениях сфер мира», но сохранил ли он это название за самой книгой, не известно. Поэтому нам приходится доволь-

ствоваться названием, данным сочинению Коперника его нюрнбергскими издателями,— *De Revolutionibus Orbium Coelestium* [О вращениях небесных сфер], под которым оно и фигурирует в литературе.

Анализируя содержание труда Коперника, необходимо отделить ту часть, в которой говорится о мировоззрении автора и излагаются основные идеи теории, от математических доказательств, проводимых методами, весьма близкими к тем, которыми пользовался еще Птолемей. Величие Коперника проявляется особенно ярко именно в первой части его труда. Ей мы и уделим наибольшее внимание.

Начнем с весьма глубокого по своему содержанию посвящения папе Павлу III. Посвящение это, которое стало фактически предисловием к *De Revolutionibus*, открывается словами:

«Я достаточно хорошо понимаю, святейший отец, что как только некоторые узнают, что в моих книгах, написанных о вращениях мировых сфер, я придал некоторые движения земному шару, они тотчас же с криком начнут поносить и меня, и мои

NICOLAUS COPERNICUS
TURENÆUS BORUSSUS MA-
THEMATICUS.



Quid tum? si mihi terra movetur, Solq; quiescit,
At cœlum: constat calculus inde meus.

Επιστολὴ Josephi à Pinu.

EX hoc excessit tristi Copernicus ævo:
Ingénio, Astrorum & cognitione
potens.

VVitebergæ, apud Sabinum Kauffmannum.

Однако образованные друзья настойчиво уговаривали Коперника издать результаты его исследований. К узкому кругу просвещенных друзей Коперника принадлежал и Тидеманн Гизе. Он, как писал Коперник,

«часто увещевал меня, и не раз, порой даже с упреками, требовал, чтобы я завершил книгу, пролежавшую у меня под спудом не только девять лет, но четыре десятилетия, и выпустил ее в свет. То же самое говорили мне и другие знаменитые ученые... Они утверждали, что чем бессмысленнее в настоящее время покажется многим мое учение о движении Земли, тем более оно покажется удивительным и заслужит благодарности после издания моих сочинений, когда мрак будет рассеян яснейшими доказательствами».

Таким образом, Коперник говорит не о чисто геометрической схеме, не имеющей ничего общего с действительностью, как хотел Осияндер, а о научной теории, «которая должна рассеять мрак невежества» с помощью неопровержимых доказательств.

Далее в посвящении говорится:

«Вняв убеждениям этих людей и побуждаемый надеждой, я позволил, наконец, друзьям издать труд, о котором они так долго просили меня».

На первый взгляд может показаться удивительным, что Коперник не упомянул Ретика, который больше чем кто-либо другой способствовал изданию *De Revolutionibus*. Возможно, молчание Коперника вызвано тем, что предисловие посвящалось папе, а Ретик был протестантом.

Далее в посвящении Коперник рассказывает, как несовершенства геоцентрической системы мира и противоречия, на которые неизменно наталкивались все попытки описать

движения планет с помощью совокупности концентрических кругов и эксцентров, побудили его заняться разработкой новой системы мира. Широко распространенная среди астрономов во времена Коперника система эксцентров (о которой мы рассказывали на стр. 42) исходила из предпосылок, противоречивших принципам равномерности движения. Говоря о нарушении равномерности движения, Коперник, несомненно, имел в виду так называемые экванты*, которые решительно отвергал, считая, что они нарушают гармонию мира. Свою мысль Коперник выразил так:

«Самое главное, что они** не смогли открыть или вывести важнейшие вещи, а именно: определить форму мира и установить соразмерность его частей. С ними получилось то же самое, как если бы кто-нибудь взял наугад руки, ноги, голову и другие части тела, нарисованные хотя и отлично, но не в пропорциях, присущих одному и тому же телу, и сложил их. Получилось бы, скорее всего, какое-нибудь чудовище, а не человек. Итак, в процессе доказательства, который называется методом, выясняется, что они или пропустили что-нибудь необходимое, или допустили что-то чуждое, не относящееся к существу дела. Этого бы заведомо не случилось, если бы они строго придерживались правил построения умозаключений. Тогда если бы принятые ими гипотезы не были ложными, то

* Эквант, или уравнивающая точка (от лат. *aequant* или *punctum aequans*) — термин птолемеевской астрономии, означающий воображаемую точку (не совпадающую с центром круговой орбиты), вокруг которой планеты движутся равномерно. — *Прим. перев.*

** В «Посвящении» речь идет о «математиках», т. е. об ученых астрономах. — *Прим. перев.*

и следствия из них, вне всякого сомнения, подтвердились бы».

Далее Коперник сообщает, что тщательно проштудировал сочинения философов древности, пытаюсь найти в них упоминание о движении Земли, и что действительно нашел такое упоминание сначала у Цицерона, а затем у Плутарха. Ободренный успехом своих поисков, Коперник приступает к созданию собственной системы мира, основанной на допущении о движении Земли. Вот что рассказывает об этом сам Коперник:

«Таким образом, предположив существование тех движений, которые далее в самом произведении приписаны мною Земле, я наконец после многочисленных и долголетних наблюдений понял, что если с круговым движением Земли сравнить движения остальных блуждающих светил и вычислить эти движения для периода обращения каждого светила, то удастся воспроизвести не только наблюдаемые у светил явления, но и последовательность светил и размеры их сфер, а также само небо окажутся так тесно связанными между собой, что нельзя будет ничего переставить в одной части без того, чтобы не вызвать путаницу в остальных частях и во всей Вселенной... Я не сомневаюсь, что способные и ученые математики будут согласны со мной, если только (чего прежде всего требует философия) они захотят не поверхностно, а глубоко познать и продумать все то, что предлагается мной в этом произведении для доказательства упомянутого выше».

Предвидя, что его теория вызовет нападки со стороны узколобых теологов, Коперник предупреждает возможные упреки:

«Найдутся, наверное, и такие, кто, будучи невеждами во всех математи-

ческих науках, тем не менее берутся судить о них и на основании какого-нибудь места из священного писания, неверно истолкованного и нарочито извращенного для их цели, осмелятся порицать и преследовать мое учение. Суждениями таких людей я могу пренебречь как безосновательными. Ведь не секрет, что Лактанций, писатель, вообще говоря, знаменитый, но слабый математик, рассуждал о форме Земли как малое дитя, осмеивая тех, кто утверждал, что Земля имеет форму шара. Следовательно, и ученые не должны удивляться, если кто-нибудь из подобных людей будет осмеивать и меня».

После этих слов, полных достоинства и проникнутых уверенностью в правильности своих выводов, Коперник представляет на суд папы и ученых математиков результаты своих исследований и приступает к изложению основной идеи своего произведения.

Первая книга *De Revolutionibus* должна была начинаться с предисловия (вступления) Коперника, которое Осияндер, как уже говорилось выше, самовольно изъяти, заменив собственным анонимным предисловием. Подлинное предисловие Коперника заслуживает того, чтобы остановиться на нем подробнее. Приведем несколько отрывков из него. Начиналось предисловие так:

«Среди многочисленных и разнообразных искусств и наук, возбуждающих в нас интерес и питающих людской разум, особое предпочтение, по моему мнению, надлежит отдавать и наибольшие старания посвящать тем, в которых рассматриваются наипрекраснейшие и наиболее достойные познания вещи. Такими являются науки, занимающиеся изучением чудесных вращений во Вселенной и дви-

жениями звезд, их величин, расстояний, восходов и заходов, а также причин всех остальных небесных явлений и, наконец, объяснением всего мироздания. А что может быть прекраснее небесного свода, содержащего в себе все прекрасное? Об этом свидетельствуют и сами названия: *Coelum* [небо] и *Mundus* [мир]. Последнее означает чистоту и украшение, первое — нечто чеканное. Многие философы, видя необычайное совершенство неба, пазывали его видимым богом. Поэтому если достоинства наук оценивать по предмету, изучением которого они занимаются, то наиболее выдающейся надлежит считать ту из них, которую одни называют астрономией, другие — астрологией, а многие из древних — вершиной математики».

Затем Коперник приводит мнение Платона об астрономии:

«Если кто, говорит он [Платон], станет отрицать необходимость познания этой лучшей из наук, то мнение его по справедливости следует считать верхом глупости. Платон считает также, что невозможно достичь совершенства и быть достойным этого слова, не имея необходимых познаний о Солнце, Луне и остальных светилах».

Далее Коперник пишет о трудностях решения основных задач астрономии, вызванных противоречивостью лежащих в ее основе предположений и тем, что изучение движений планет требует многолетних наблюдений, передаваемых от поколения к поколению. Трудности эти заставили Коперника изыскать новый подход к решению астрономических задач. Об этом в предисловии сказано следующее:

«Дабы отвести от себя подозрения, будто я ссылками на трудности хочу оправдать отсутствие способностей, я с божьей помощью, без которой мы не можем совершить ничего, вознамерился подробнее исследовать все эти вещи, тем более, что в своем распоряжении я имею тем больше средств и данных, чем больший промежуток отделяет меня от предшественников и создателей этой науки, с открытиями которых я могу сравнивать свои лишь недавно полученные результаты. Кроме того, я должен признаться прямо, что многое я излагаю иначе, нежели мои предшественники, хотя и пользуюсь их методами, так как они первыми открыли путь к исследованию указанных предметов».

Далее следует текст книги I, состоящей из 11 глав, первая из которых носит название «О том, что мир сферичен», а вторая — «О том, что Земля тоже сферична». В доказательство шарообразности Земли Коперник приводит общеизвестные доводы: ссылается на изменение вида звездного неба при перемещении наблюдателя на север или на юг, на опыт мореплавателей, отлично знающих, что «Земля, не видимая с палубы, может быть замечена с верхушки мачты». В главе третьей, носящей название «О том, каким образом земля с водой составляет единый шар», Коперник подвергает критике распространенное мнение о том, что воды на Земле якобы в десять раз больше, чем суши, из которой состоит основная масса Земли.

Следующая, четвертая глава книги I называется «О том, что движение небесных тел вечное, равномерное и круговое, или составлено из круговых движений» и содержит основную предпосылку, на которой

строятся последующие математические доказательства Коперника. Суть этой предпосылки Коперник сформулировал в следующих словах, объясняющих, почему сложные, но периодически повторяющиеся движения планет на небе следует считать составленными из круговых движений:

«Тем не менее надлежит признать, что их движения либо являются круговыми, либо составлены из нескольких круговых, так как неравенства этого рода подчиняются определенному закону и периодически повторяются, чего не могло бы случиться, если бы движения небесных тел не были круговыми. Действительно, лишь круг обладает той особенностью, что может возвращать прошлое. Так, например, Солнце в своем движении, составленном из круговых, возвращает нам неравенство дней и ночей и четыре времени года. В этом мы должны усматривать наличие нескольких движений, поскольку невозможно, чтобы монолитное небесное тело неравномерно двигалось по одной небесной сфере. Неравномерность должна происходить либо вследствие непостоянства движущей силы (независимо от того, действует ли эта сила извне, или изнутри, будучи присуща природе самого тела), либо вследствие изменения самого обращающегося тела. Поскольку и то, и другое противно нашему разуму и было бы недостойно предполагать нечто подобное в вещах, устроенных наилучшим и совершеннейшим образом, то следует признать, что равномерные движения светил представляются нам неравномерными либо вследствие того, что полюсы кругов, по которым движутся светила, различны, либо вследствие того, что Земля не находится в центре кругов, по которым они обра-
щаются, и нам, наблюдающим прохож-
дение небесных светил с Земли,
вследствие неодинаковости расстоя-
ний то, что ближе, кажется большим,
чем то, что дальше».

Только что приведенное утверждение Коперника чрезвычайно важно, поскольку в нем содержится объяснение характера разработанной им сложной геометрии движения небесных тел. Для того чтобы надлежащим образом интерпретировать наблюдаемые движения небесных тел, необходимо точно установить местоположение Земли во Вселенной. Эту задачу Коперник формулирует следующим образом:

«Поэтому я считаю, что прежде всего необходимо тщательно исследовать, в каком отношении Земля находится к небу, чтобы мы, исследуя самое высшее, не забывали о более близком и в таком заблуждении не приписывали небесным телам того, что присуще Земле».

«Поэтому я считаю, что прежде всего необходимо тщательно исследовать, в каком отношении Земля находится к небу, чтобы мы, исследуя самое высшее, не забывали о более близком и в таком заблуждении не приписывали небесным телам того, что присуще Земле».

В связи с этим в следующей, пятой главе книги I Коперник дает ответ на ключевой вопрос своей теории, сформулированный в названии главы так: «Свойственно ли Земле круговое движение и где ее место?»

Желая подорвать основную предпосылку, почти догмат астрономии того времени, согласно которому Земля не движется и находится в центре мира, Коперник использует принцип относительности движений и объясняет видимые движения планет наблюдениями с движущейся Земли.

«Большинство писавших согласны в том, что Земля покоится в середине мира, и они считают противоположное мнение недопустимым и даже достойным осмеяния...

Если поразмыслить внимательнее, то окажется, что вопрос этот еще

не решен окончательно и потому пренебрегать им и оставлять его без рассмотрения нельзя. Действительно, всякое видимое нами перемещение происходит либо вследствие движения наблюдаемого предмета или наблюдателя, либо вследствие неодинаковости перемещений того и другого... Земля же представляет собой то место, с которого наблюдается и открывается нашему взору круговращение небес. Таким образом, если мы припишем какое-нибудь движение Земле, то оно обнаружится и во всем, что находится вне ее, но будет иметь противоположное направление, как бы проходить мимо Земли. Именно таким и будет прежде всего суточное вращение. Нам же кажется, будто оно увлекает за собой весь мир, за исключением Земли и того, что ее непосредственно окружает. Однако если допустить, что небо не имеет такого движения, а вращается с запада на восток Земля, то всякий, кто серьезно поразмыслит над этим, согласится, что все видимые восходы и заходы Солнца, Луны и звезд будут происходить точно так же».

Несколькими строками дальше Коперник пишет:

«Если согласиться со сказанным, то возникает другое, не менее важное сомнение относительно места Земли во Вселенной, хотя почти все считают, что Земля находится в середине мира».

Далее естественно возникает вопрос об относительных размерах неба и Земли, ответ на который Коперник дал в названии главы шестой книги I: «О неизмеримости неба по сравнению с размерами Земли». «Наблюдения показывают, — пишет Коперник, — что горизонт делит небо пополам», откуда следует, что «Земля, хотя и огромна, все же не идет ни в

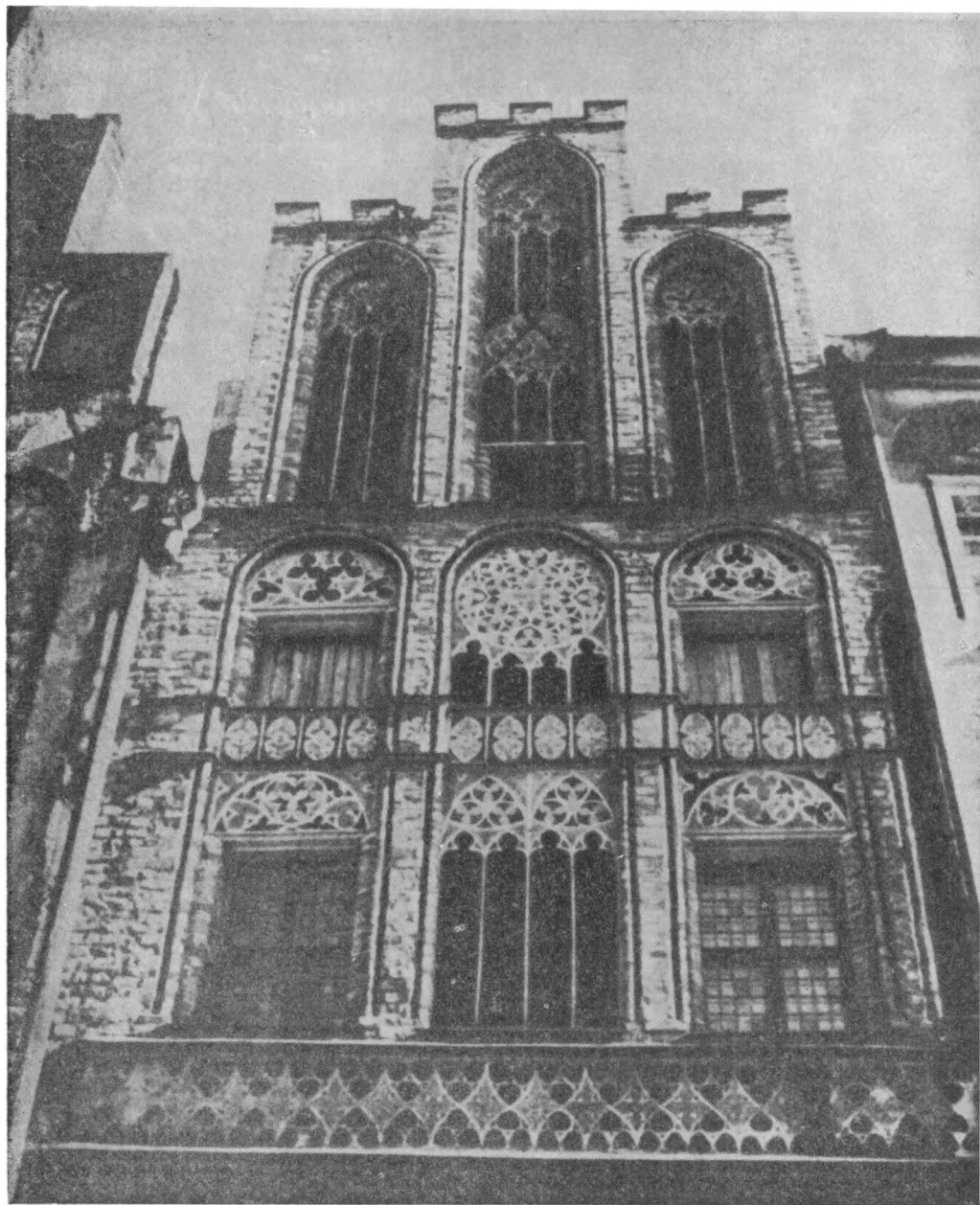
какое сравнение с необъятностью неба». Коперник опровергает мнение тех, кто считает, что Земля находится в геометрическом центре Вселенной, вокруг которого обращается мир, и утверждает, будто справедливость своих воззрений может доказать геометрическими методами. Из того факта, что горизонт делит небо пополам, Коперник делает следующий вывод:

«Приведенное рассуждение ясно показывает, что небо неизмеримо велико по сравнению с Землей и представляет нечто бесконечно большое. Если верить нашим чувствам, то Земля находится к небу в таком же отношении, в каком точка находится к телу и конечное — к бесконечному. Ничего другого, а тем более вывода о том, что Земля должна недвижимо покоиться в центре мира, из нашего рассуждения не следует. Наоборот, было бы очень странно, если бы за двадцать четыре часа огромная Вселенная совершала полный оборот, а ее ничтожная часть, какой является Земля, оставалась бы на месте».

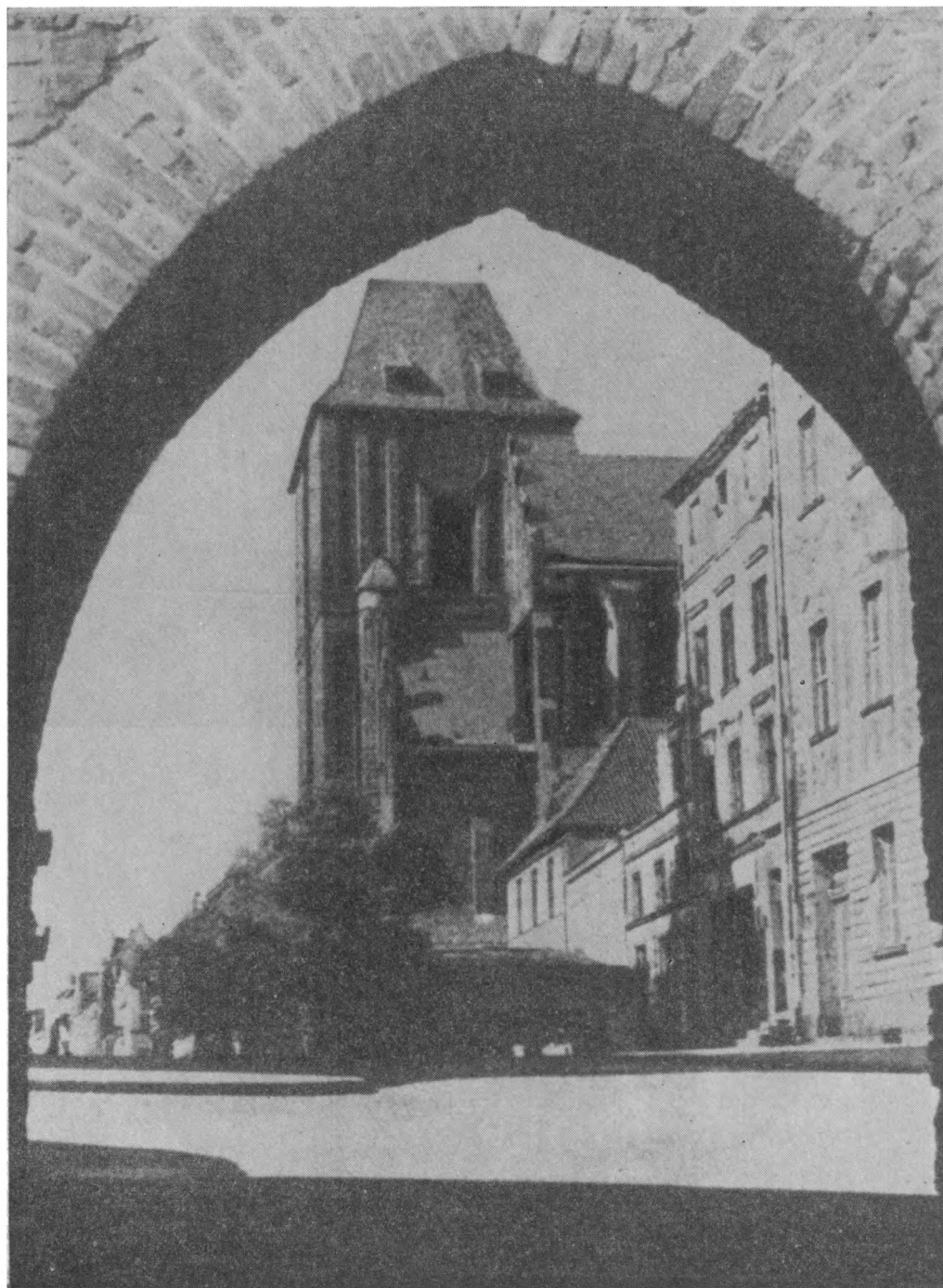
Так Коперник сформулировал мысль, в корне противоречившую господствовавшему в то время мнению о том, что суточное движение небесной сферы обусловлено движением звездного неба вокруг неподвижной Земли с востока на запад, и показал, насколько проще предположение о том, что Земля вращается вокруг своей оси с запада на восток. При таком предположении отпадает необходимость приписывать звездам огромные скорости, позволяющие им в течение суток совершить полный оборот вокруг Земли, и, следовательно, появляется возможность считать, что звезды удалены от Земли на большие расстояния.



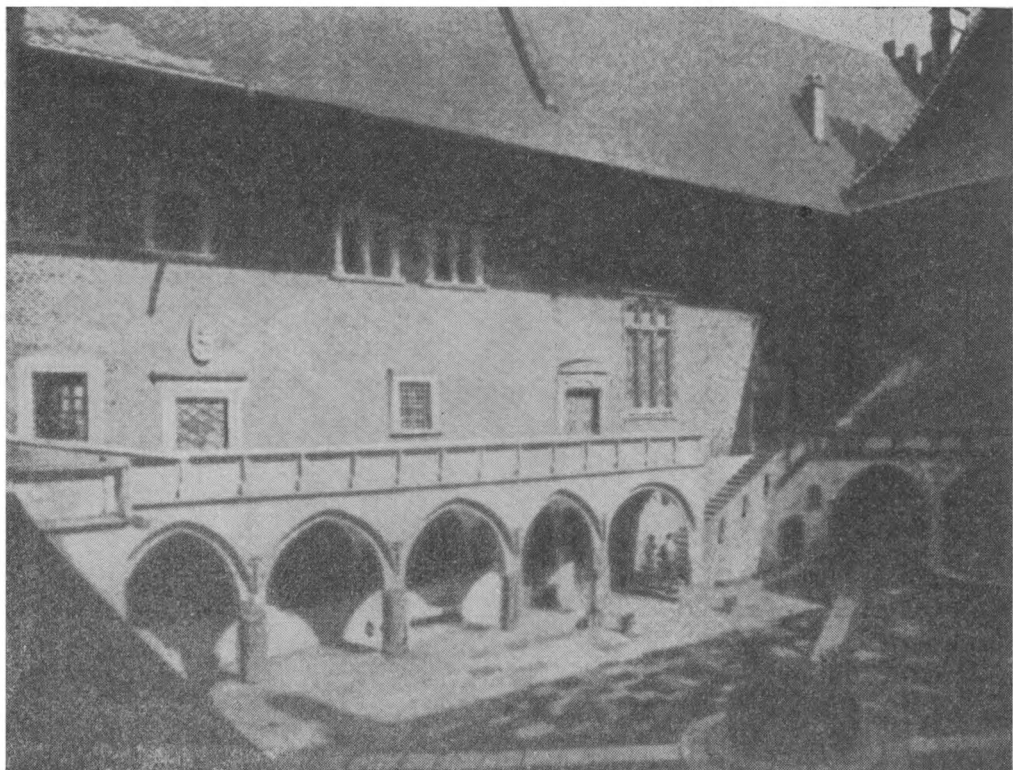
Предполагаемый портрет Николая Коперника-старшего



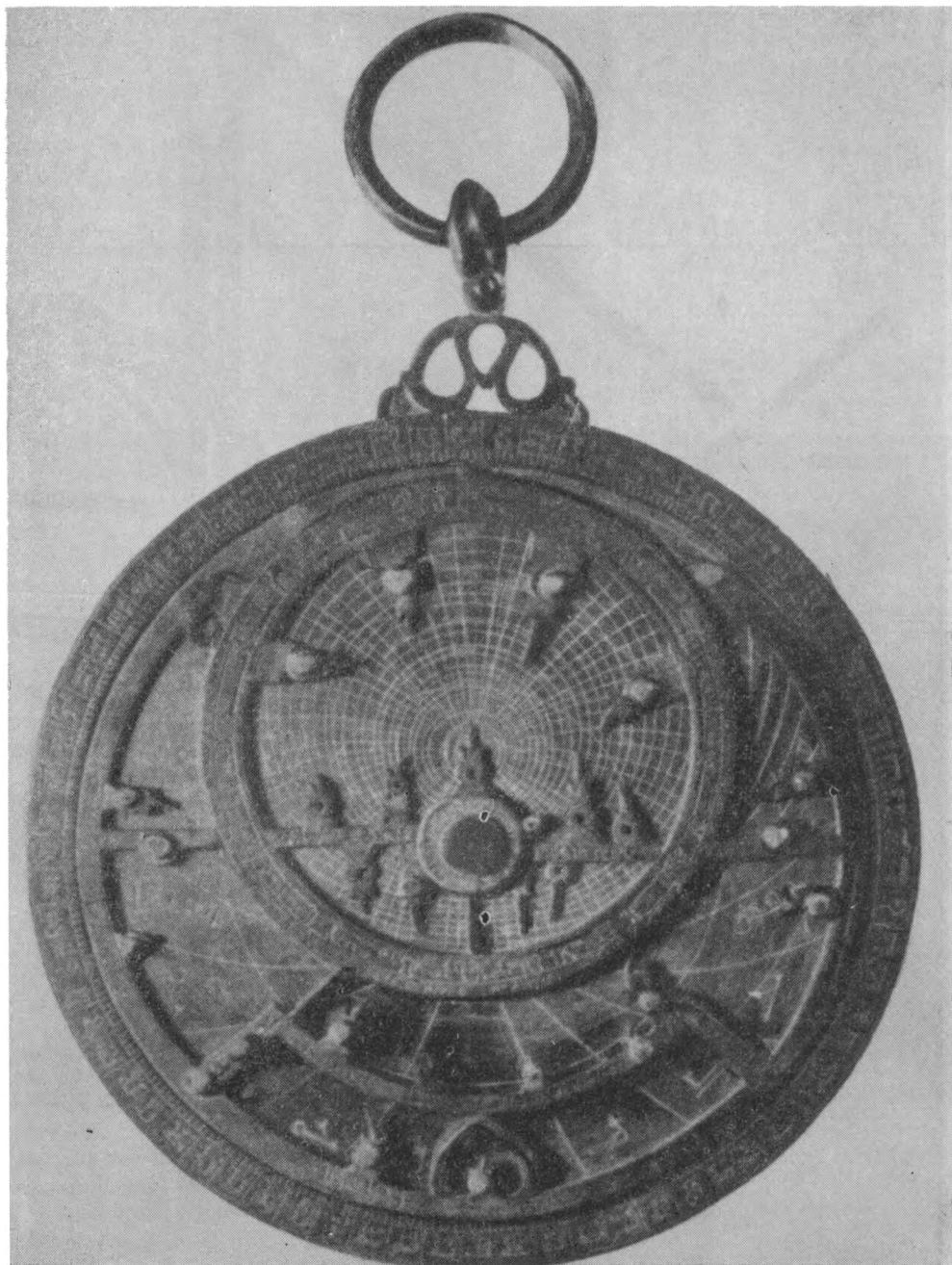
Дом Коперника в Торуне



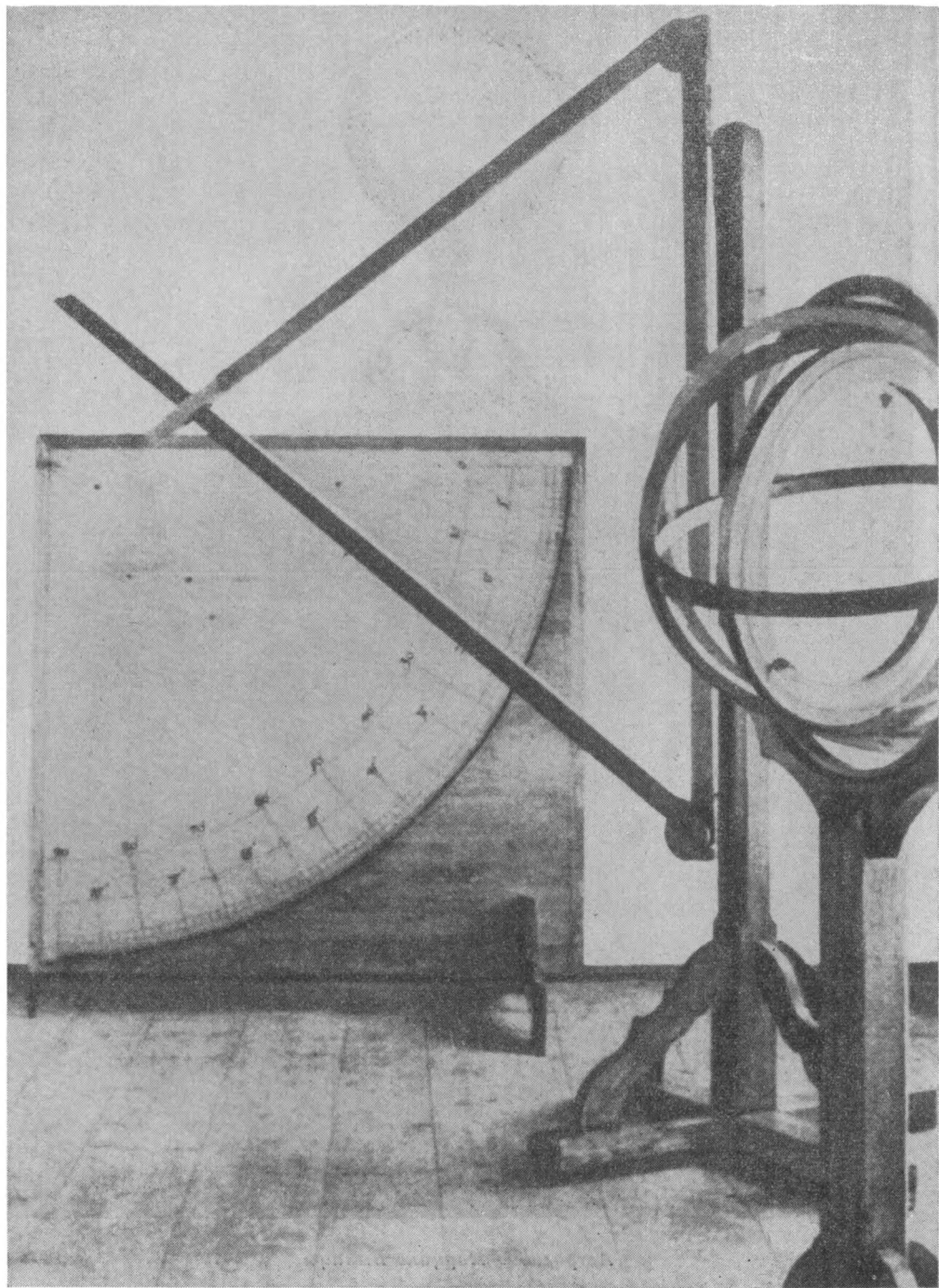
Ратуша в Торуні



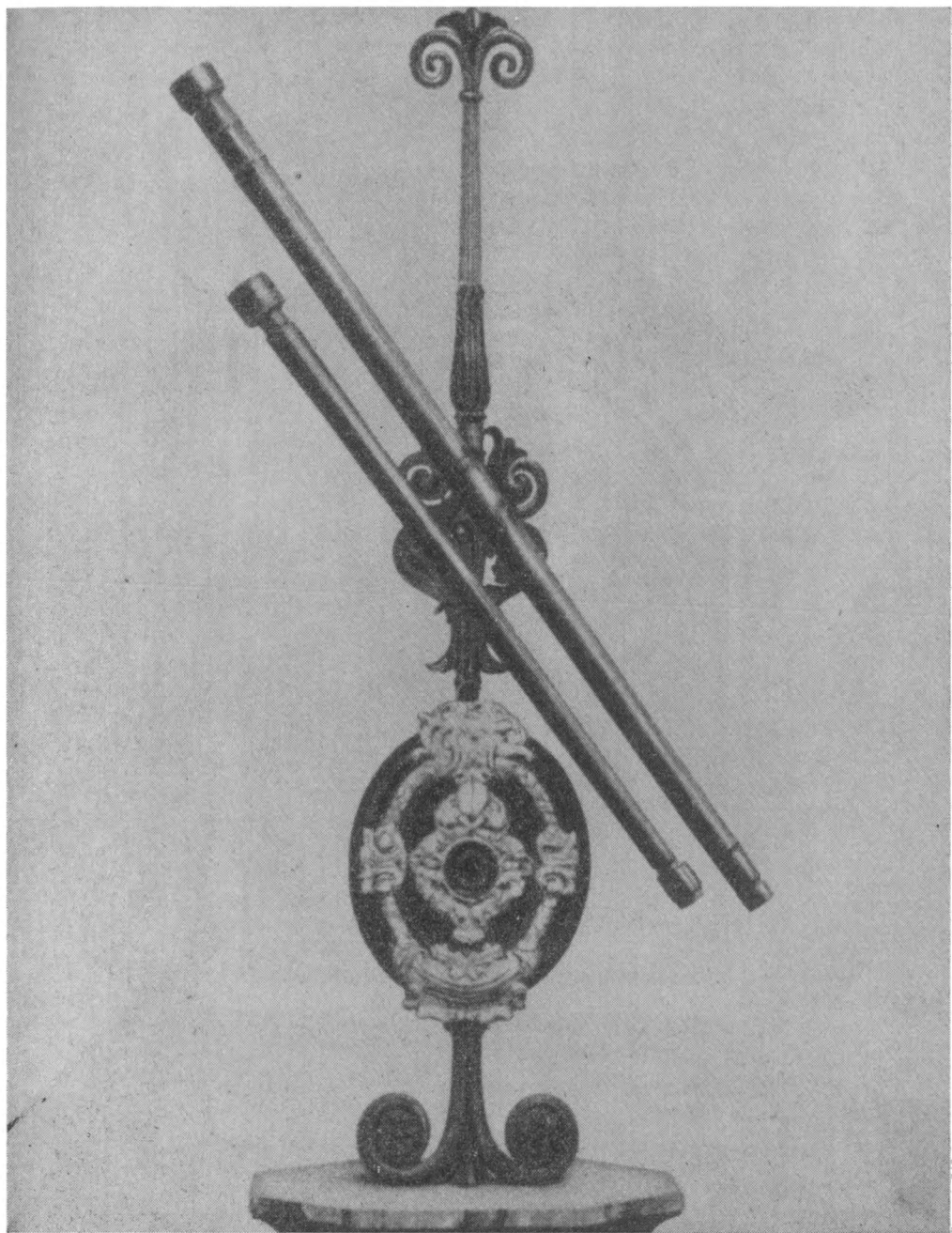
Коллегиум Майюс в Кракове



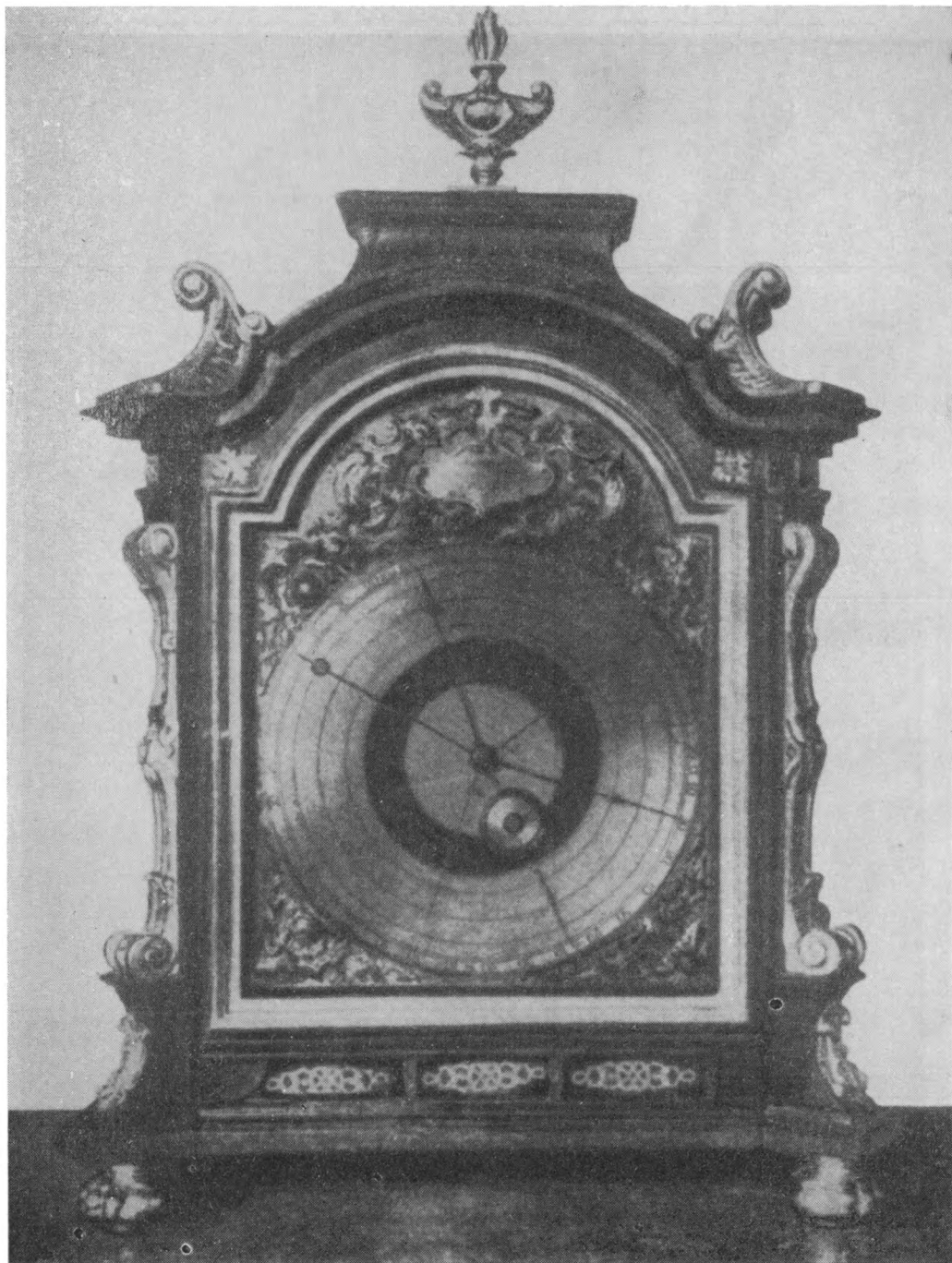
Астролябия Марцина Былицы



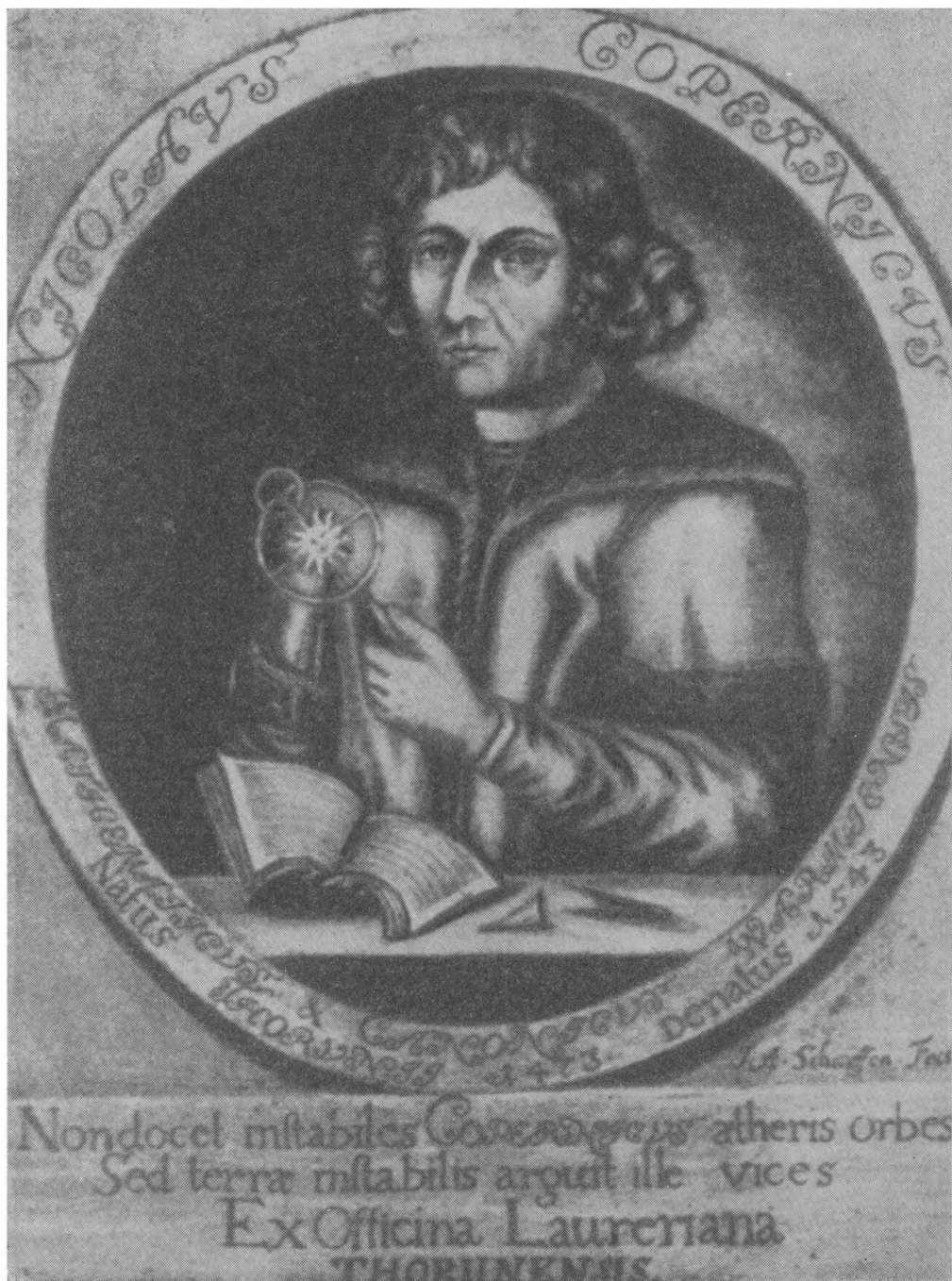
Инструменты Коперника



Галилеевы трубы



Часы-планетарий, показывающие движение планет по теории Коперника. Изготовлены в 1752 г. Я. Клейном из Праги



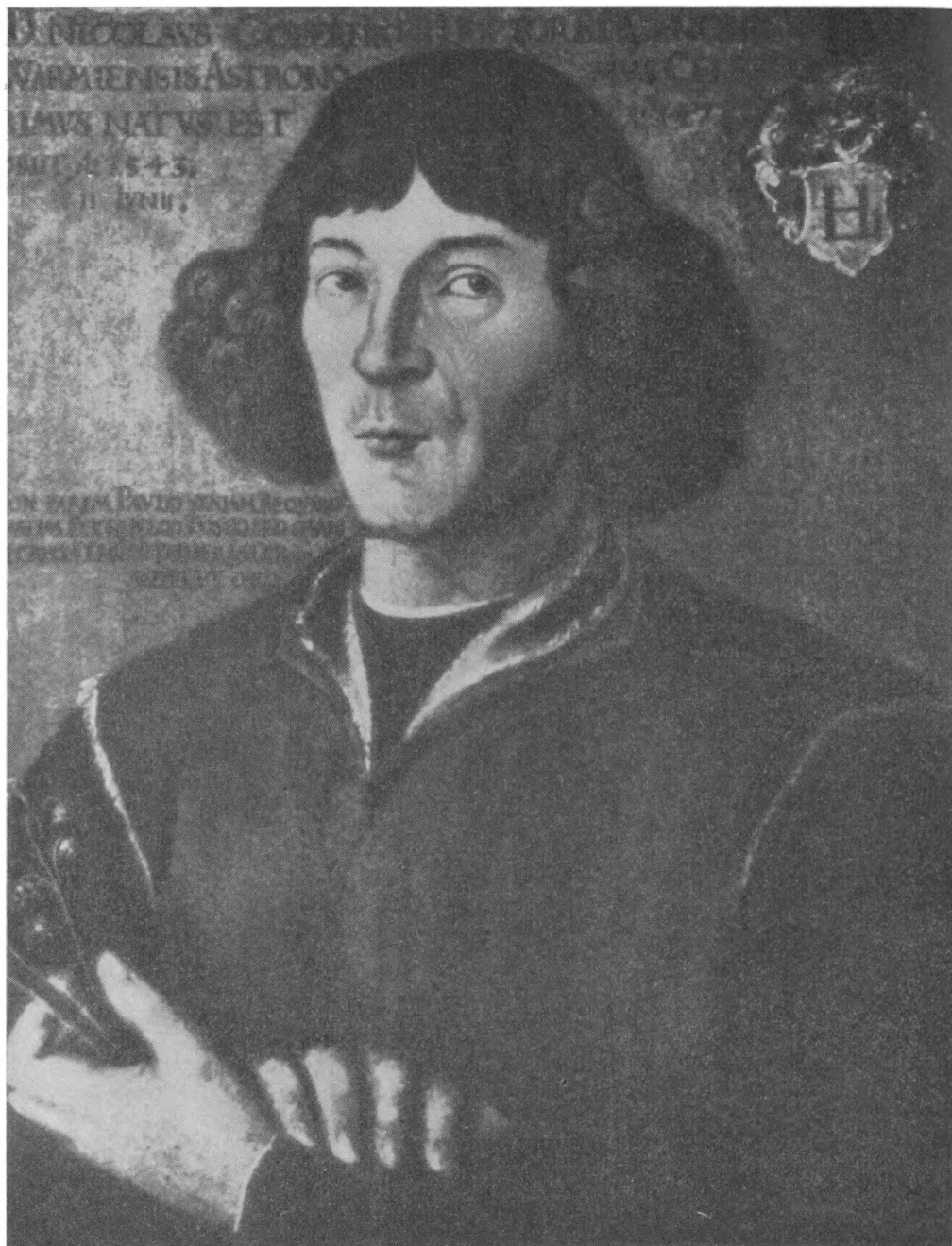
Коперник. Портрет работы Я. А. Шарффена



Предполагаемый портрет Коперника



Николай Коперник



Николай Коперник



Коперник (так называемая кауфманновская гравюра на дереве)

Свои рассуждения Коперник резюмирует следующим образом:

«Таким образом, приведенные доводы доказывают лишь, сколь бесконечно велики размеры неба по сравнению с размерами Земли. Сколь же далеко простирается эта необъятность, нам неизвестно».

Однако Копернику предстояло опровергнуть аргументы ученых древности, основанные на утверждении о том, что Земля неподвижна и покоится в центре мира. Аргументы эти Коперник заимствует из «Альмагеста» Птолемея и излагает их в седьмой главе книги I, которая так и называется: «Почему древние полагали, что Земля недвижима и находится в середине мира, как бы являясь ее центром». В своих взглядах древние исходили из аристотелевской физики, согласно которой все весомые тела стремятся к центру мира. Поскольку наблюдения показывают, что тела падают на Землю, то, по мнению древних, это и означало, что она покоится в центре мира, достичь которого стремятся все весомые тела. Кроме того, четырем стихиям, из которых, согласно учению Аристотеля, построена Земля, присуще лишь прямолинейное движение, а именно: двум весомым стихиям — земле и воде — движение, направленное вниз, к центру Земли (и всего мира), а двум невесомым стихиям — воздуху и огню — движение, направленное вверх, от центра.

Для доказательства невозможности вращения Земли Птолемей в «Альмагесте» ссылается на явления, происходящие при очень быстром вращении.

«Земля бы давно распалась, — говорит Птолемей, — и разрушила бы самое небо (что уже совсем смешно), а

живые существа и все другие неприкрепленные тяжести и подавно не могли бы остаться несброшенными с нее. Отвесно же падающие тела не могли бы двигаться по прямой к назначенному им месту, которое при такой быстроте непременно ускользнуло бы от них. Точно также облака и все предметы, висящие в воздухе, мы видели бы постоянно бегущими на запад».

С аргументами Птолемея Коперник полемизирует в главе восьмой, которая называется: «Опровержение приведенных доводов и их несостоятельность». Разделяя воззрения аристотелевской физики, в которой проводилось различие между естественным движением и движением вынужденным, Коперник причисляет круговые движения Земли к категории естественных движений, а все, что «делается согласно природе, происходит наилучшим образом и сохраняет цельность. Поэтому Птолемей напрасно опасается, что Земля и все земные предметы рассыплются при вращении, вызванном действием природы».

Аргументы Коперника нельзя назвать удачными, но не следует забывать, что основы современной механики были заложены лишь в XVII в. и, разумеется, не могли быть известны Копернику. Он лишь спрашивал:

«Что мешает высказать те же предположения в еще большей степени относительно Вселенной, движение которой должно быть во столько же раз быстрее, во сколько раз небо больше Земли...? Ведь если бы такое предположение было справедливо, то размеры неба должны были бы возрастать до бесконечности... Но говорят, что вне неба нет ни тела, ни места, ни пустоты, нет вообще ничего и поэтому небу некуда выйти. Таким

образом, получается преудивительнейшая картина: нечто может удивляться ничем! Однако если бы небо было безграничным снаружи и лишь изнутри ограничивалось бы вогнутым сводом, то это еще более подтвердило бы справедливость утверждения о том, что вне неба нет ничего, ибо тогда все обладающее хоть какими-нибудь размерами, находилось бы внутри него. При этом небо останется неподвижным».

Коперник не решился высказать мысль о бесконечности Вселенной, полагая, что эта проблема относится скорее к области философии, чем астрономии, и ограничился лишь следующим замечанием:

«Предоставим натурфилософам спорить, является ли мир конечным или нет. Нам достаточно считать твердо установленным, что Земля заключена между полюсами и ограничена шаровидной поверхностью. Но тогда зачем же нам еще сомневаться? Ведь естественнее считать, что подвижность Земли как нельзя более соответствует ее форме, чем думать, будто движется весь мир, границы которого мы не знаем и знать не можем».

Что же касается движения облаков, то на возражение Птолемея Коперник сразу же нашел меткий ответ:

«...Вращается не только Земля вместе с соединенной с ней водной стихией, но и немалая часть воздуха и все, что состоит в каком-либо родстве с Землей».

Столь же удачно Коперник парировал возражение Птолемея, относящееся к падению тел:

«Предметы, падающие вследствие своего веса, будучи предметами в

высшей степени земными, как части единого целого, без сомнения, следуют законам той же природы, что и целое. То же происходит и с телами, которые увлекаются вверх силой огня».

Таким образом, опираясь на принципы аристотелевской физики, которую он и не думал отвергать, Коперник приходит к следующему выводу:

«Итак, мы видим из всего этого, что подвижность Земли более правдоподобна, нежели ее покой, в особенности, если говорить о суточном вращении как о движении, наиболее присущем Земле».

Доказав, что Земле следует приписать вращение вокруг ее оси, и нанеся тем самым чувствительный удар по представлениям о неподвижности Земли, Коперник совершил весьма важный шаг к признанию других движений Земли и прежде всего к отказу от представления о центральном месте, якобы занимаемом Землей во Вселенной. Итог своих размышлений на эту тему Коперник изложил в девятой главе книги I, носящей название «Можно ли приписать Земле несколько движений и о центре мира». Замечания Коперника столь важны, что мы приводим их полностью:

«Таким образом, поскольку ничто не препятствует подвижности Земли, я считаю уместным спросить, не может ли она иметь несколько движений так, чтобы ее можно было считать одной из планет. Действительно, тем, что она не является центром для всех вращений, обусловлены и неравномерность видимого движения планет, и непостоянство расстояний от них до Земли, которые нельзя было

бы объяснить с помощью гомоцентрического с Землей круга. Но коль скоро существует несколько центров, то у кого-нибудь не без основания могут возникнуть сомнения относительно центра Вселенной: совпадает ли он с центром земного тяготения или нет? Что касается меня, то я думаю, что тяготение есть не что иное, как естественное стремление, которым божественное провидение творца Вселенной наделяет весомые тела, дабы они, собираясь в единое целое, обрели сферичность. Вполне вероятно, что таким же стремлением наделяны Солнце, Луна и все прочие блуждающие светила, дабы с его помощью они могли сохранять ту правильную шарообразную форму, в которой мы их видим, совершая при этом разнообразные круговые движения.

Следовательно, если и Земля совершает другие движения, например обращается вокруг некоторого центра, то эти движения должны быть такими же, какими мы видим их у других планет, и проявляться в тех же многообразных явлениях, по которым мы судим о годичном обращении. Поэтому если мы превратим движение, о котором идет речь, из солнечного в земное и признаем неподвижность Солнца, то ничто не изменится в явлениях восхода и захода знаков зодиака и неподвижных звезд, когда они становятся то утренними, то вечерними: также и стояние, и прямые и попятные движения планет окажутся принадлежащими не им, а следствием движения Земли, от которого они заимствуют свои видимые движения. Наконец, нам придется признать, что центр мира занимает само Солнце. Во всем этом нас убеждает разумный порядок, в котором следуют друг за другом светила, и гармония всей Вселенной, если мы только захотим взглянуть на

окружающий нас мир, как говорят, двумя глазами».

Описанию гармонии мира Коперник посвящает самую важную, десятую главу книги I, которая называется «Порядок небесных сфер». Открывается она следующим признанием:

«Никто, насколько известно, не сомневается, что наивысшим из всего видимого является сфера неподвижных звезд».

Далее Коперник перечисляет последовательность, в которой следуют друг за другом планеты: Сатурн, Юпитер и Марс, приводит различные мнения относительно положения Венеры и Меркурия, которые в геоцентрической системе Птолемея были помещены «ниже Солнца». Расстояние от Солнца до Земли Коперник в соответствии с ошибочной оценкой, полученной еще Аристархом, считает в 18 раз большим, чем расстояние от Луны до Земли. В действительности расстояние Солнце — Земля приблизительно в 400 раз превышает расстояние Луна — Земля.

Коперник особенно подчеркивает тот факт, что движение Венеры и Меркурия тесно связано с движением Солнца, и, следовательно, можно придерживаться высказанного еще в древности мнения и считать, что планеты обращаются вокруг Солнца как вокруг центра. Развивая свою мысль, Коперник говорит далее:

«Если кто-нибудь на этом основании отнесет к тому же центру Сатурн, Юпитер и Марс, не забывая при этом, что размеры их сфер должны быть весьма большими, чтобы вмещать земной шар вместе с двумя его сферами, то не совершит при этом никакой ошибки».

Поскольку между сферами Марса и Венеры оставался промежуток, Ко-

перник решил поместить в нем Землю с Луной:

«Никак нельзя отделить от Земли Луну, бесспорно, самую близкую к ней планету, тем более что в указанном промежутке для Луны найдется достаточно обширное и подходящее место. Поэтому мы, не колеблясь, признаем, что весь подлунный мир вместе с центром Земли движется по упомянутому великому кругу между другими планетами и что центр мира лежит вблизи Солнца. Мы утверждаем также, что если Солнцу надлежит пребывать в неподвижности, то все видимое движение его должно скорее всего найти объяснение в подвижности Земли. Размеры же мира столь велики, что, хотя расстояние от Земли до Солнца имеет достаточно большие размеры по сравнению с размерами сферы любой планеты, оно тем не менее неощутимо мало по сравнению со сферой неподвижных звезд. Я думаю, что легче принять это допущение, чем ломать голову над бесконечным множеством сфер, как это вынуждены делать те, кто удерживает Землю в центре мира».

В заключение главы десятой Коперник еще раз повторяет последовательность планет: Сатурн, Юпитер, Марс, Земля с Луной, Венера и Меркурий.

«В середине всего находится Солнце. Действительно, где еще в таком великолепнейшем храме можно было бы иначе и более удачно поместить этот светильник, как не в том месте, откуда он может освещать одновременно все? Ведь не напрасно некоторые называют Солнце светильником мира, другие — его разумом, третьи — владыкой. Гермес Трисме-

гист* называет его видимым богом, а Электра Софокла — всевидящим. Ведь Солнце и впрямь, как бы восседающая на царском троне, правит обращающейся вокруг него семьей планет... Таким образом, в расположении планет мы находим удивительную соразмерность мира и связь между движением и размерами орбит, которую иным способом обнаружить нельзя».

В выводах Коперника явственно ощущается платоновская идея о поиске гармонии в строении Вселенной, бывшая одним из основных мотивов, которыми руководствовался Коперник при создании своей революционной теории. Позднее платоновская идея о гармонии мира привлекла также внимание Кеплера, который в начале XVII в. сформулировал свои знаменитые законы движения планет. Заключительная фраза в приведенной выше цитате позволяет во многом понять те принципы, которых придерживался Коперник, работая над своим великим произведением на протяжении почти «четырех десятилетий».

Одиннадцатой главой книги I, посвященной рассмотрению так называемого третьего движения Земли, завершается общая нематематическая часть сочинения Коперника. Как уже говорилось при анализе содержания «Малого комментария», третье движение было фиктивным. Копернику пришлось ввести его лишь потому, что, по его мнению, без третьего движения ось Земли всегда составляла бы один и тот же угол с прямой, соединяющей Землю с Солнцем, или что Земля, лишенная

* Трисмегистос по-гречески означает «трижды великий». Мифический персонаж древности, восходящий еще к египетской мифологии.

«третьего движения», была бы всегда обращена к Солнцу одним и тем же полюсом. Однако, как показали наблюдения, ось вращения Земли сохраняет неизменное положение относительно звезд, а упомянутый выше угол между осью вращения Земли и направлением Земля — Солнце изменяется со временем, вследствие чего происходит смена времен года. Отсюда Коперник сделал вывод о том, что нужно ввести еще одно дополнительное третье движение, которое бы и удерживало земную ось в неизменном положении не относительно Солнца, а относительно звезд.

По случайному стечению обстоятельств книга I завершается кратким курсом плоской и сферической тригонометрии, никак не связанным с основным содержанием книги, о котором мы только что рассказали. Первоначально Коперник намеревался издать курс отдельной книгой, но потом отказался от своего намерения и, поскольку рукопись была сравнительно небольшого объема, а содержание было необходимо для понимания последующих книг, решил присоединить его к книге I.

Остальные книги *De Revolutionibus* по существу представляют собой обстоятельный, с подробными математическими выкладками трактат по астрономии, излагаемый с точки зрения наблюдателя, который находится на Земле, совершающей одновременно все три приданных ей Коперником движения. Открывает своеобразный курс теоретической астрономии книга II — последняя из книг *De Revolutionibus*, в которой содержатся общие сведения о явлениях, происходящих на небесной сфере. В этой книге Коперник приводит определения основных кругов на небесной сфере, пишет о наклоне эклиптики к экватору, о времени и тому подобных пред-

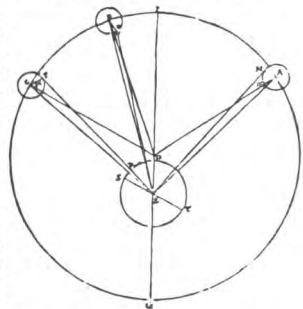
метах. Прилагается к книге II и каталог звезд, составленный главным образом по птолемеевскому «Альмагесту».

В книге III подробно разбирается явление прецессии, заключающееся, как известно, в том, что ось вращения Земли медленно, с периодом, составляющим приблизительно 26 000 лет, поворачивается вокруг оси, перпендикулярной к плоскости эклиптики, вследствие чего точки равноденствия, или точки пересечения эклиптики с экватором, перемещаются на фоне звезд в среднем на $50''$ в год. В этой же книге Коперник привел различные численные значения продолжительности тропического года и дал математическое описание движения Земли, обуславливающее видимое движение Солнца среди звезд.

Книга IV посвящена движению Луны. Трактровка движения естественного спутника Земли у Коперника во многом аналогична трактровке Птолемея, поскольку Луна действительно обращается вокруг Земли. Однако в теорию движения Луны, изложенную в птолемеевском «Альмагесте», Коперник внес существенные поправки. Птолемей считал, что, находясь в полулunii, Луна подходит к Земле на расстояние, в два раза меньшее, чем то, на котором она находится от Земли в полнолунии или новолунии вследствие чего средние угловые размеры диаметра Луны колеблются в пределах от $60',4$ до $31',6$. В действительности же столь сильных колебаний угловых размеров Луны не происходит. Опираясь на собственные наблюдения, Коперник подобрал такую систему круговых движений, из которой следовало, что угловые размеры диаметра лунного диска колеблются в пределах от $37',6$ до $28',8$. Оценки Коперника были гораздо ближе к истинным зна-

Veni, tunc existens proximius ad xxiiii. gradum Scorpij, iuxta Ptolemaei sententiam. Erat enim locus stellae apparens in hoc tertio acronychio, ut rectaturus est, part. ccl. xxvii. scrup. xiiii, quibus si auferatur part. li. scrup. xiiii, iuxta angulum apparens p. 12

ut demonstratur
 est, remanet ipse
 locus summus ab
 sidis eccentri in
 part. cxxxvi.
 scrup. xxiii. Ex
 plicitur iam qd
 orbis terre angu
 lus est, qui se
 cutus est lineam, in
 a signo, & agat
 dimetiens est,
 iuxta co lineam
 medij morus pla
 nete. Aequali
 bus igitur angu
 lis est, ipsi cor,
 exit est angulo



differentia et prothapheresis inter apparentem medietatis mo-
tum, hoc est, inter cor° et p° ad angulos partium v. cor° xvi,
atq; ad inter iter medium utiq; commutationis motum,
q; dempta ex femicirculo reliquitur v. circumerfcti c l x x l i i i i,
 cor° x l i i i, atq; motum aequalem commutationis a ligno t
p; per principio, id est, a media Solis & stellæ coniunctione ufq;
ad hanc certiam notam extremietatem. Siue ueram terræ & stel-
læ oppositionem. Habemus igitur iam, quod hora huius obser-
uationis, anno uidelicet x. Imperij Adriani, Chrifti uero
cc x x x v, octauo Idus Iulij, x. horis a media nocte, anomalij
Saturni ad octauam fide eccentrici fui part. l v s, medietiq; mo-
tum commutationis part. c l x x l i i i i, cor° x l i i i i. Quæ demũ
stalle propter frequentia fuerit opportunum,

Q

De alrjs

louis prosthaphæresis.

Numeri comparati nes.	Prothas- phæres ecccenri.	Scrupu- larium.	paralla- xes or bis.	Exced- sus para- llax.
Cira.	C. fer.	fer.	C. fer.	C. fer.
91.267	5 15	28 13	10 25	0 59
96.264	5 15	30 12	10 31	1 0
102.261	5 14	31 43	10 34	1 1
109.268	5 12	32 17	10 34	1 1
105.265	5 10	34 50	10 33	1 2
108.262	5 6	36 21	10 29	1 3
111.249	5 1	37 47	10 23	1 3
114.246	4 55	39 0	10 15	1 3
117.243	4 49	40 25	10 5	1 3
120.240	4 41	41 50	9 54	1 2
123.237	4 32	43 18	9 41	1 1
126.234	4 24	44 46	9 35	1 0
129.231	4 14	46 11	9 8	0 59
132.228	4 2	47 37	8 56	0 58
135.225	3 50	49 3	8 37	0 57
138.222	5 38	50 24	8 5	0 55
141.219	5 31	51 46	7 39	0 53
144.216	5 27	52 6	7 12	0 50
147.213	2 59	54 10	6 41	0 47
150.210	2 45	55 15	6 12	0 43
153.207	2 29	55 15	5 41	0 39
156.204	2 15	57 0	5 7	0 35
159.201	1 59	57 37	4 32	0 31
162.198	1 43	58 0	3 56	0 27
165.195	1 27	58 34	3 18	0 23
168.192	1 11	59 3	2 40	0 19
171.189	0 55	59 30	2 0	0 15
174.186	0 39	59 58	1 20	0 11
177.183	0 25	60 0	0 46	0 6
180.180	0 9	60 0	0 0	0 0

X in Martis

Объяснение движения Сатурна. Рисунок из
книги V «О вращениях»

чениям пределов: $33',5-29',4$. В этой же книге IV Коперник описывает геометрические условия солнечных и лунных затмений.

Наибольшей по объему является книга V, в которой Коперник рассматривает движение планет по долготы и последовательно описывает движения всех планет от Сатурна до Меркурия с учетом их собственного кругового движения и кругового движения Земли вокруг Солнца. Строго говоря, Коперник относил движения планет не к Солнцу, а считал, что центром планетных орбит является расположенный неподалеку от Солнца центр «великого круга» — орбиты Земли вокруг Солнца. Исходя из

Таблица движения планет из книги V
«О вращениях»

представления о движении Земли, Коперник по наблюдаемым на небе положениям планет относительно Солнца смог вычислить радиусы деферентов планет, соответствующие их средним расстояниям от Солнца. Как видно из приводимой ниже таблицы, расстояния для всех планет (за исключением Сатурна) оказались весьма близкими к их современным значениям (за единицу принято расстояние от Земли до Солнца).

Вычисление средних размеров планетных орбит было одним из выдающихся достижений астрономии Коперника. В книге V приводятся также все данные, необходимые для вычисления долготы планет. Следует

Планета	Радиус деферента по Копернику	Истинное среднее расстояние от Солнца
Меркурий	0,38	0,39
Венера	0,72	0,72
Земля	1,00	1,00
Марс	1,52	1,52
Юпитер	5,22	5,20
Сатурн	9,17	9,54

еще раз подчеркнуть, что размеры Вселенной по данным, полученным Коперником, были гораздо меньше по сравнению с общепризнанными в настоящее время. Если мы вслед за Коперником примем, что Солнце отстоит от Земли на расстоянии, несколько меньшем 1200 земных радиусов, то есть составляющем лишь 7,5 млн. км, то орбита самой дальней планеты будет проходить от Солнца на расстоянии всего лишь 60 млн. км, или 0,4 истинного расстояния от Земли до Солнца. Правда, Коперник

не пытался оценивать расстояния от Земли до звезд и ограничился лишь замечанием, что звезды находятся весьма далеко. Не следует, однако, забывать, что во времена Коперника сфера неподвижных звезд считалась расположенной лишь немногим дальше орбиты Сатурна — последней из известных тогда планет.

Книга VI, самая короткая из всех книг *De Revolutionibus*, содержит математическую теорию движения планет по широте, то есть теорию отклонения планет от эклиптики. Если не считать исходной предпосылки о тройственном движении Земли, то в остальном Коперник довольно близко следует Птолемею. С математической точки зрения книга VI наименее оригинальна по сравнению с пятью остальными книгами. В ней излагаются отдельные способы вычисления широты пяти планет. Никаких общих выводов не делается. Отчасти это объясняется тем, что общим выводам своей теории Коперник посвятил книгу I.



19. ЗНАЧЕНИЕ ТЕОРИИ КОПЕРНИКА

Революционным актом, которым естествознание заявило о своей независимости..., было издание бессмертного творения, в котором Коперник... бросил вызов авторитету церкви в вопросах природы.

Ф. Энгельс «Диалектика природы»

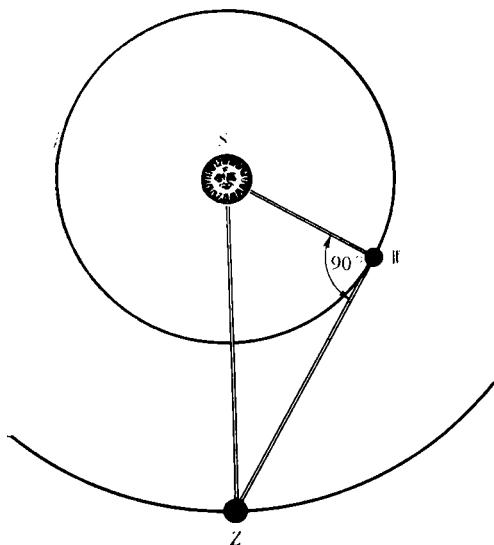
В 1543 году вышло в свет бессмертное творение Николая Коперника *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, которое заложило основы развития новой астрономии. Нелегко было современникам Коперника воспринимать революционное учение, медленно ширился круг его сторонников.

Немного находилось в те времена читателей у великого произведения, еще меньше энтузиастов решалось его пропагандировать. Мы привыкли к тому, что в наши дни крупные ученые окружены многочисленными сотрудниками и учениками, продолжающими дело своего учителя и уточняющими его результаты, углубляя и расширяя затронутые им научные проблемы. Совершенно иная картина открывается перед нами, когда мы знакомимся с жизнью и деятельностью Николая Коперника. Великий астроном работал в полном одиночестве и лишь под конец жизни и то на весьма непродолжительное время обрел одного-единственного ученика в лице Иоахима Ретика. Подлинных продолжателей коперниковских идей пришлось ждать долго, поскольку, как уже упоминалось выше, Ретик после выхода в свет *De Revolutionibus* перестал заниматься теорией Коперника.

Во времена Коперника астрономические работы оценивались главным образом по тому, в какой мере они облегчают составление таблиц движений планет, насколько хорошо вычисленные на основе полученных в них данных положения планет согласуются с наблюдениями. Именно такую позицию занял среди прочих и Осияндер в своем анонимном предисловии к *De Revolutionibus*. Важность самой теории Коперника в полной мере не сознавал ни один из его современников.

Дальнейшее развитие астрономии было во многом обусловлено новой теорией Коперника. О нем мы расскажем в последующих главах нашей книги. Сейчас же мы остановимся лишь на тех коренных изменениях, которые произвели идеи великого ученого в представлениях докоперниковской астрономии и в особенности в философских взглядах на систему мира.

Самым важным вкладом Коперника в науку явилась мысль о том, что Земля является лишь одной из планет и, следовательно, на нее распространяются те же законы, которые управляют движениями других планет. Мы уже упоминали о том, что идеи о движении Земли — и о вращении вокруг собственной оси, и о дви-



Основная идея вычисления расстояний до внутренних планет

жении по круговой орбите — высказывались еще в древности, однако лишь Коперник научно обосновал выдвинутые им положения с помощью убедительных аргументов и доказал их правильность. Разумеется, в распоряжении Коперника не было прямых экспериментальных доказательств или наблюдений, позволяющих сделать вывод о существовании обоих движений Земли. Прошли еще сотни лет, прежде чем появились прямые доказательства правильности его теории, но, опираясь на принцип относительности движения, Коперник сумел разработать геометрическую теорию движений планет, наблюдаемых с движущейся Земли. Коперник показал, что рассуждения Птолемея, исходившего из основного допущения о неподвижности Земли, позволяют объяснить движения планет и в том случае, если мы предположим, что Земля движется, а покоится Солнце

как центральное тело нашей планетной системы. Правда, геометрические рассуждения Коперника еще оставались чрезвычайно путанными и сложными, однако они едва ли могли быть простыми, если учесть уровень математики того времени и в особенности принцип, положенный в основу всех построений Коперника, согласно которому движения всех планет представляют собой результат сложения нескольких равномерных движений по окружности.

На стр. 221 мы уже говорили о великом вкладе Коперника в астрономию — вычислении радиусов планетных орбит в радиусах орбиты Земли вокруг Солнца. В теории Птолемея подобные вычисления были невозможны. Более того, она не содержала достаточных оснований для установления сколько-нибудь обоснованного упорядочения планет. Принятое же Коперником допущение о том, что Земля является одной из планет и вместе с ними обращается вокруг Солнца, позволяет, как мы сейчас покажем, с помощью несложных геометрических построений без труда вычислить средние расстояния от планет до Солнца. Рассмотрим отдельно внутреннее, или нижнее, планеты (Меркурий, Венера) и внешние, или верхние, планеты (Марс, Юпитер, Сатурн). Для простоты предположим, что все планеты движутся по круговым орбитам, лежащим в одной и той же плоскости, и что общий центр всех орбит совпадает с точкой, в которой находится Солнце. Обозначим через S (см. рисунок) положение Солнца и через Z — положение Земли на ее орбите в тот момент, когда внутренняя планета W находится на максимальном удалении от Солнца. Как видно из рисунка, угол SWZ в треугольнике, образуемом Солнцем, Землей и

планетой, в этот момент составляет 90° . Отсюда, приняв за единицу длины радиус SZ круговой орбиты Земли вокруг Солнца, мы по известному из наблюдений углу SZW без труда находим радиус орбиты внутренней планеты.

Для случая внешних планет рассуждения несколько усложняются и в рамках геоцентрической теории позволяют в принципе получить отношение радиуса эпицикла планеты к радиусу ее деферента. То же отношение можно вычислить и по размерам петли, описываемой на небе внешней планетой. Из теории Коперника следовало, что размеры эпицикла внешней планеты совпадают с размерами орбиты Земли. Таким образом, угол, под которым виден с Земли эпицикл внешней планеты, в теории Коперника равен углу, под которым видна с этой планеты орбита Земли, и, следовательно, задача о вычислении средних размеров орбит сводится к рассмотренному выше примеру внутренней планеты с той лишь разницей, что по отношению к внешней планете Земля является внутренней планетой. Разумеется, не следует забывать, что проведенные нами рассуждения оказались столь простыми лишь в силу сделанного нами предположения: мы считали, что все планеты, в том числе и Земля, обращаются вокруг Солнца по концентрическим круговым орбитам, лежащим в одной и той же плоскости.

Подобные рассуждения и связанные с ними вычисления были впервые проведены Николаем Коперником. Разумеется, при более точных вычислениях необходимо было учитывать, что центры круговых орбит, по которым движутся Земля и другие планеты, находятся не в одной, а в различных точках, и не совпадают с Солнцем, а расположены вблизи не-

го, и что, кроме того, плоскости планетных орбит наклонены друг к другу под малыми, но все же различными углами. Все это существенно усложняло вычисления, но Коперник сумел преодолеть трудности. Вычисленные им значения радиусов планетных орбит, как показано на стр. 222, достаточно хорошо согласуются с известными ныне значениями. Мы уже упоминали о том, что вычисленные Коперником размеры орбит планет солнечной системы оказались сравнительно небольшими (по сравнению с характерными размерами Земли и ее орбиты). Связано это было с тем, что во времена Коперника расстояние от Земли до Солнца вычислялось на основании измерений, произведенных еще Аристархом. Аристарх же, как рассказывалось на стр. 40, считал, что расстояние от Земли до Солнца приблизительно в 20 раз превосходит расстояние от Земли до Луны, то есть что радиус орбиты Земли составляет примерно 1200 радиусов Земли. Лишь в конце XVII в. расстояние от Земли до Солнца, выраженное в радиусах Земли, удалось измерить более точными методами, чем те, которыми пользовался Аристарх. Новые измерения показали, что полученное Аристархом значение расстояния от Земли до Солнца примерно в 20 раз меньше истинного.

Однако сам по себе метод, с помощью которого Коперник вычислил относительные размеры планетных орбит (за единицу длины принималось расстояние от Земли до Солнца), был верным. Установление относительных размеров орбит всех членов солнечной системы по праву считается одним из важнейших астрономических результатов гелиоцентрической теории. Учение Коперника позволило сделать и другие, не менее

важные выводы. Среди них особо следует выделить явление прецессии, известное на протяжении полутора тысяч лет и связываемое в птолемеевской астрономии с движением так называемой восьмой сферы неподвижных звезд. Чтобы лучше понять, в чем состоит это явление, рассмотрим эклиптическую систему координат, то есть координат, отнесенных к большому кругу небесной сферы, называемому эклиптикой. В геоцентрической системе мира эклиптика совпадает с траекторией видимого годовичного движения Солнца, в гелиоцентрической — с траекторией Земли, обращающейся вокруг Солнца.

Положения небесных тел и точек на небесной сфере относительно эклиптики можно задавать точно таким же образом, каким мы пользуемся для того, чтобы указать положение точки на земном шаре. По аналогии со сферическими координатами на поверхности земного шара эклиптические координаты также называются долготой и широтой.

Кроме эклиптики, на небесной сфере имеется еще один замечательный большой круг — небесный экватор, плоскость которого перпендикулярна оси суточного вращения небесной сферы. Оба круга пересекаются на небе в точках, носящих название точек равноденствия, потому что в тот момент, когда Солнце находится в одной из них, на всей Земле продолжительность дня становится равной продолжительности ночи. Эклиптическая долгота небесных тел отсчитывается от точки весеннего равноденствия, то есть от точки, в которой Солнце переходит из южного полушария в северное.

Еще Гиппарх обратил внимание на то, что эклиптические долготы звезд изменяются, в то время как их эклиптические широты остаются неизмен-

ными, вследствие чего точки равноденствия перемещаются на фоне звезд с востока на запад. Явление это получило название прецессии, или предварения равноденствий. Гиппарх подсчитал, что смещение точек равноденствия происходит со скоростью приблизительно 1° в 100 лет. Впоследствии, как уже говорилось, было доказано, что в действительности скорость прецессии еще больше. Астрономы не поняли, что скорость прецессии была вычислена Гиппархом лишь приблизительно, и выдвинули ошибочную теорию трепидации, о которой более подробно мы уже рассказывали на стр. 50.

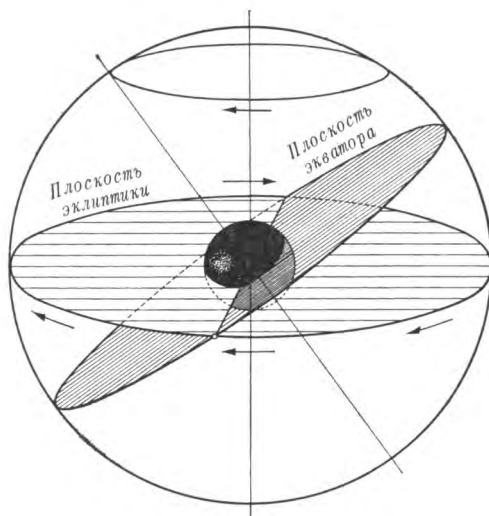
До Коперника астрономы связывали небесный экватор и эклиптику со сферой неподвижных звезд. Этим и объяснялись необычайно сложные геометрические построения, которыми были заполнены страницы старых трактатов по астрономии. В теории же Коперника ось суточного вращения небесной сферы была не чем иным, как осью суточного вращения Земли, а ось эклиптики — перпендикуляром к плоскости орбиты Земли вокруг Солнца. Таким образом, все явление прецессии оказалось связанным с Землей, а не с звездами. Сам Коперник еще не мог объяснить, почему происходит прецессия равноденствий — объяснение этого явления было дано лишь в конце XVII в. Ньютоном, но выяснение «земного», а не «звездного» характера прецессии, несомненно, следует считать заслугой Коперника.

Другая заслуга Коперника заключалась в том, что свою гелиоцентрическую систему мира он строил главным образом на основе наблюдений, чего не делали астрономы древности и средневековья. До Коперника астрономические работы нередко носили чисто спекулятивный характер, со-

державшиеся в них утверждения не были подкреплены данными наблюдений. И хотя факты, как правило, противоречили теории, ею тем не менее продолжали пользоваться. Примером может служить хотя бы упоминавшаяся выше теория движения Луны, предложенная Птолемеем. Согласно этой теории, Луна, находясь в полулunii, должна была подходить к Земле в два раза ближе, чем во время новолуния и полнолуния. Несмотря на то что наблюдения не подтверждали столь сильных изменений угловых размеров лунного диска, какие предсказывала теория, астрономы древности и средневековья и не думали отказываться от нее. Для Коперника же противоречие с данными наблюдений было вполне достаточным основанием для того, чтобы отказаться от теоретических построений, обусловивших расхождение с наблюдениями.

В то же время не следует забывать и о том, что хотя Коперник искал подтверждения правильности выводов своих теоретических исследований в согласии с надлежаще подобранными наблюдениями, сам он произвел лишь немного наблюдений, причем его наблюдения, сделанные с помощью весьма примитивных инструментов, имели малую точность. Прогресс в выполнении астрономических наблюдений был достигнут лишь полвека спустя трудами Тихо Браге, о деятельности которого мы еще будем говорить более подробно.

Подобно другим астрономам, Коперник изложил свои результаты в виде численных таблиц, которые должны были облегчить вычисление положений Солнца, Луны и планет на небе. В XVI в. таблицы Коперника пользовались широким признанием как у астрономов, так и у астрологов.



Объяснение прецессии

Это было первым признанием научных заслуг Коперника.

Однако самым важным вкладом Коперника в науку, имевшим непреходящее значение, вкладом, вызвавшим переворот в представлениях людей о строении Вселенной, явилась его концепция движущейся Земли (участвующей, по Копернику, сразу в трех движениях) и перенесение центра планетной системы с Земли на Солнце. В представлениях докоперниковской астрономии между миром земных и миром небесных явлений существовало резкое разграничение. Различные законы управляли четырьмя стихиями — землей, водой, воздухом и огнем, из которых в соответствии с представлениями аристотелевской физики был построен подлунный мир, то есть Земля с водами, окруженная легкими стихиями — воздухом и огнем. В этом брэнном и суетном мире естественными были: для весомых стихий — земли и воды — прямолинейное движение вниз, к центру мира, то есть к центру Земли; для невесомых же стихий — воз-

духа и огня — также прямолинейное движение, но вверх, от центра мира.

В непреходящем, наделенном лишь круговым движением мире небесных тел, построенных из совершенной материи, отличной от земных стихий, светила пребывали в вечном движении. Любые изменения считались несовместимыми с возвышенным характером всего небесного.

Об этих особенностях небесных тел, которыми они обладали в соответствии со взглядами Аристотеля и других греческих философов, мы уже говорили и вспоминаем сейчас лишь для того, чтобы подчеркнуть тот великий переворот, который произвела во взглядах на устройство мира теория Коперника.

Мир до Коперника был конечным и сравнительно небольшим, ограниченной сферой неподвижных звезд, и вращался вокруг Земли как вокруг центра мира, совершая один оборот за сутки. По мнению средневековых арабских астрономов, сфера неподвижных звезд касалась орбиты Сатурна в точке, лежащей на максимальном удалении от Земли. Геоцентрическая система мира была в то же время системой антропоцентрической: человек (по-гречески «антропос») как обитатель Земли становился центром Вселенной, существом, для которого сотворен мир. Солнце было создано для того, чтобы согревать и освещать Землю, Луна — для того, чтобы разгонять ночной мрак, а вся природа — чтобы служить человеку.

На геоцентризм и антропоцентризм опирались все религии, антропоцентризм породил веру в то, что небесные тела, откуда души людей должны были переселяться на Землю, определяют судьбу человека и оказывают влияние на ход событий. Так роди-

лась астрология, переживавшая во времена Коперника период своего расцвета.

Теория Коперника нанесла смертельный удар как по идее замкнутого, конечного мира, так и по глубоко укоренившемуся в умах людей антропоцентризму. Действительно, если суточное движение небесной сферы объясняется вращением Земли с запада на восток, то сфера звезд, расположенная на конечном и сравнительно небольшом расстоянии от Земли, становится излишней, как, впрочем, и какие бы то ни было границы пространства, в котором находятся звезды. Сам Коперник не отважился сделать подобный вывод, ибо не мог освободиться от традиционных категорий мышления своей эпохи. Заявив в начале своего произведения о том, что мир сферичен и, следовательно, ограничен, Коперник далее как бы впал в сомнение и начал колебаться, ибо в другом месте книги I *De Revolutionibus* утверждал, что решение проблемы о конечности или бесконечности мира следует предоставить натурфилософам. Полный философский анализ следствий, вытекающих из признания вращения Земли вокруг оси, был дан лишь полвека спустя Джордано Бруно, но об этом мы еще будем говорить ниже.

Значительно дальше шли философские выводы из признания Земли рядовой планетой, одним из членов солнечной системы, и превращения Солнца в центр движения планет. Действительно, если Земля является одной из планет, то и ее свойства должны быть близкими к свойствам других планет. Следовательно, отпадает какая-либо необходимость приписывать планетам физические свойства, отличные от тех, которыми обладает Земля. Разумеется, исторически мысль ученых развивалась в об-



Копия предполагаемого автопортрета Коперника (собственность Ягеллонского университета)

ратном направлении. Мы достаточно хорошо знаем физические свойства материи, из которой состоит Земля, размышляли они. Следовательно, рассуждая по аналогии, мы должны заключить, что близкие свойства надлежит приписать и остальным планетам.

Той же схеме рассуждений следует и Коперник при рассмотрении формы небесных тел, когда пишет, что «тяготение есть не что иное, как естественное стремление, которым божественное провидение творца Вселенной наделило весомые тела, дабы они, собираясь в единое целое, обретали сферичность». Разумеется, мы отнюдь не утверждаем, что перед нами — первая формулировка закона всемирного тяготения. Его сформулировал лишь полтора века спустя Ньютон. Во всем сочинении Коперника нет ни единого упоминания о силе — физическом понятии, еще не известном в его время. Однако первый шаг к дальнейшим обобщениям им был сделан: в *De Revolutionibus* всем телам, как небесным, так и Земле, приписывались одинаковые свойства. К числу обобщений, имевших большое философское значение и изменивших взгляды на строение мироздания, принадлежит утверждение о единстве законов и единстве материи во Вселенной.

Разумеется, Коперник не мог предвидеть всех следствий, вытекающих из его теории, ибо во времена создания *De Revolutionibus* трудно было заранее предвидеть, какими путями пойдет развитие научной мысли. Создатель новой астрономии все еще оставался в кругу основных представлений своей эпохи и был не в силах выйти за его пределы. Не порывал Коперник и с аристотелевской философией, хотя во многих местах *De Revolutionibus* обнаруживается влия-

ние платоновской философии, отличной от философии Аристотеля. Влияние Платона проявляется прежде всего в выводах Коперника, изложенных в главе X книги I *De Revolutionibus*, где утверждается, что гелиоцентрическая система мира обладает гармонией, недостижимой при ином подходе. Стремление к поиску гармонической картины мира в глазах Коперника было важнейшим философским аспектом его творения.

Другим философским аспектом, особо подчеркиваемым Коперником, был поиск истинной картины мира. В эпохи, предшествовавшие Копернику, и среди его современников находилось немало ученых, занимавших позицию, аналогичную той, которую занял Осияндер в своем анонимном предисловии к *De Revolutionibus*: гипотезы не обязаны соответствовать действительности и даже быть правдоподобными, а должны лишь давать способ вычисления, приводящий к хорошему согласию с наблюдениями. С таким мнением Коперник согласиться не мог. Для него цель жизни ученого заключалась в поиске истины. Выдвинутый им тезис о движениях Земли Коперник интерпретировал не как рабочую гипотезу, служащую лишь для упрощения вычислений, а как гипотезу, позволяющую объяснить наблюдаемые астрономические явления в соответствии с действительностью. В этом смысле Коперник был первым современным ученым, занятым поиском истины о Вселенной. Подобная позиция Коперника способствовала тому, что новая научная теория снискала себе убежденных сторонников среди глубоко мыслящих ученых и, поставив под сомнение правильность основных предпосылок господствовавших в то время представлений об устройстве мира, согласно которым Земля занимала централь-

ное положение во Вселенной, привела к перевороту в науке, который уже в XVII в. полностью преобразил наши взгляды на систему мира.

После того как Земля утратила свое особое, центральное положение во Вселенной, вынужден был исчезнуть из науки и антропоцентризм, чтобы уступить место представлению об объективно существующем вне нас мире, управляемом не зависящими от нашего разума законами, которые стремится познать наука, чтобы правильно интерпретировать наблюдаемые

явления. Однако прежде чем достичь научного мировоззрения, человечеству предстояло преодолеть еще долгий путь. Его прошли многие поколения ученых после Коперника. Сам же Коперник лишь указал исходный пункт великого пути. О том, как восприняли современники и потомки Коперника его систему мира, какие трудности ей пришлось преодолеть и какие превратности поджидали ее на пути ко всеобщему признанию, мы расскажем в следующей, последней части нашей книги.

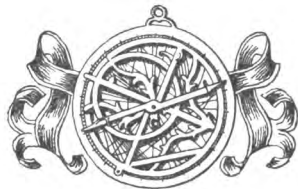


III

НОВОЕ

*... чем бессмысленнее в настоящее
время покажется многим
мое учение о движении Земли,
тем более оно покажется
удивительным и заслужит
благодарности после издания
моих сочинений, когда мрак
будет рассеян яснейшими
доказательствами.*

*Н. Коперник „О вращениих
небесных сфер“.
Предисловие*



20. ПЕРВЫЕ СТОРОННИКИ И ПРОТИВНИКИ

...Движение остальных светил и всех орбит я буду относить к движению Земли, чтобы можно было заключить, каким образом можно «соблюсти явления» и движения остальных светил и сфер при наличии движения Земли.

Я не сомневаюсь, что способные и ученые математики будут согласны со мной, если только (чего прежде всего требует философия) они захотят не поверхностно, а глубоко познать и продумать все то, что предлагается мной в этом произведении для доказательства упомянутого выше.

Н. Коперник «О вращении небесных сфер».
Предисловие

После выхода из печати великое произведение Коперника понесло в мир новое учение. Лишь немногие выдающиеся ученые оценили поначалу его важность и восприняли новую теорию. Большинство же современников Коперника, в особенности в первое время, заняли пассивную выжидательную позицию или открыто выступили против коперниковского гелиоцентризма. Причины, по которым теория Коперника встретила столь недружественный прием, были различными: к их числу следует отнести и трудности отказа от старых, традиционных взглядов, и низкий уровень развития физики того времени, непривычность новых представлений об устройстве мироздания, а также причины религиозно-мировоззренческого характера. Все это привело к тому, что гелиоцентрическая система мира лишь исподволь, с трудностями, но неуклонно завоевывала все более и более широкое признание.

Резкое расхождение во взглядах на гелиоцентрическую теорию Коперника началось еще при его жизни. Уже тогда появилась небольшая группа людей, доброжелательно воспринявших новую научную концепцию. В

состав этой группы входили Гизе, Ваповский, кардинал Шёнберг и первый популяризатор коперниковской теории Ретик. Однако одновременно родилась и весьма решительно настроенная оппозиция, и в первых ее рядах с самого начала встали протестанты. Объяснялось это непосредственно тем, что молодой и потому проявляющий особую нетерпимость к инакомыслящим протестантизм, лишь незадолго до того завоевавший право на существование как независимая от католицизма ветвь христианства, особенно чутко реагировал на вопросы, затрагивающие религиозные догматы или связанные с истолкованием библейских текстов. Нужно ли удивляться, что коперниковская концепция Земли, обращающейся вокруг Солнца, которая явно противоречила тем местам в Библии, где говорится о неподвижности Земли, вызвала у протестантов резкие возражения. Особенно яростным нападкам новая теория подверглась со стороны Лютера и Меланхтона. На стр. 188 мы уже приводили высказывание Меланхтона, относящееся к 1541 г. Более подробно Меланхтон изложил свои взгляды в работе *Initia doctrinae phy-*

sicae [Начала физического учения], вышедшей в свет в 1549 г.:

«Глаза наши свидетельствуют о том, что небеса совершают полный оборот за 24 часа. Однако некоторые, то ли из любви к новому, необычному, то ли из желания продемонстрировать свои способности к спекулятивным умозаключениям, утверждают, будто движется Земля... Сказки эти придуманы не только теперь. И хотя ученые мужи, дабы изощрить свой разум, подвергают рассмотрению великое множество вещей, упорствовать в явно нелепых утверждениях нечестиво и может вводить в соблазн. Некоторые, ссылаясь на священное писание, смеются над физикой. Мы же считаем, что философия следует отнести к числу небесных предназначений... В псалме самым недвусмысленным образом говорится о том, что движется Солнце... Будем же довольствоваться тем, в чем убеждают нас глаза наши.

В другом псалме говорится о Земле: «Ты поставил Землю на твердых основах: не поколеблется она в веки и веки». Экклезиаст в первом разделе учит: «Земля пусть стоит вечно. Солнце пусть восходит и заходит». Укрепившись с помощью сих божественных свидетельств, склонимся же к истине и не позволим совратить себя тем, кто внесение смуты в науку приписывает в похвалу своему таланту» *.

Как уже упоминалось на стр. 188, Лютер также весьма неодобрительно отзывался о Копернике. Ясно, что столь отрицательное отношение обоих вдохновителей и ведущих деятелей протестантизма имело сначала

чрезвычайно большое значение. Неудивительно, что Каспар Пойцер (1525—1602), зять Меланхтона и профессор математики в Виттенберге, в выпущенном им в 1571 г. учебнике астрономии решительно «опроверг» коперниковское учение с помощью различных «физических» и теологических аргументов. Однако не все ученые-протестанты разделяли взгляды своих вождей. Так, Ретик, несмотря на то, что он не имел возможности проповедывать гелиоцентризм с университетской кафедры, остался верен коперниковскому учению, хотя и не принимал большого участия в распространении идей Коперника. В своем отношении к теории Коперника Ретик был не одинок. Аналогичную позицию занял и виттенбергский коллега Ретика Эразм Рейнгольд (1511—1553). Ознакомившись с коперниковскими *De Revolutionibus*, Рейнгольд написал в своем комментарии к «Новым теориям планет» Пейербаха:

«...Мы видим, что некий новый ученый муж, обладающий недюжинными дарованиями (который возбудил у всех великие надежды, занявшись преобразованием астрономии), как в прочих областях астрономии, так и в объяснении различных движений Луны, во всем отходит от птолемеевских взглядов... Таким образом, именно теперь, когда астрономические науки уже давно жаждут обрести нового Птолемея... можно надеяться, что он пришел к нам из Пруссии, а его божественным гением будут по праву восхищаться грядущие поколения».

На основе теории Коперника Рейнгольд составил новые таблицы движений планет, которые вышли из печати в 1551 г. и получили название *Tabulae Prutenicae Coelestium Motuum* [Прусские таблицы небесных движе-

* См. J. Wasiutyński, *Kopernik, twórca nowego nieba*. Warszawa, 1938, стр. 472—473.

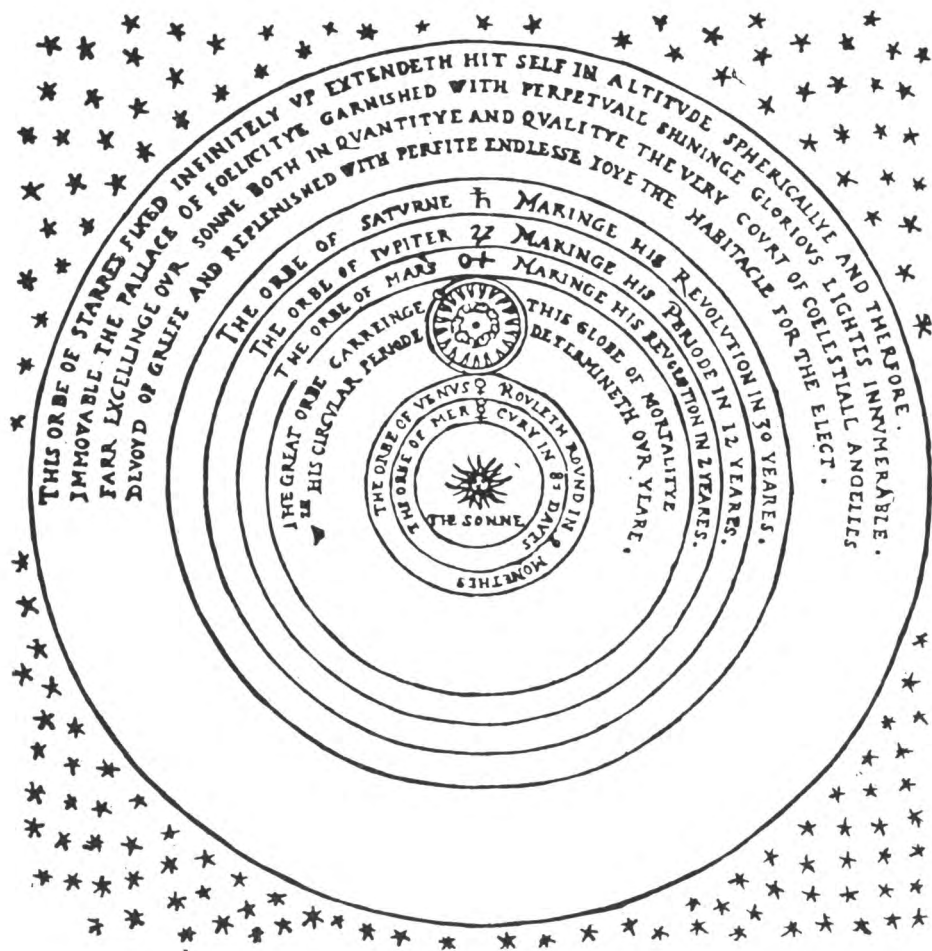
ний]. На выбор названия повлияло то обстоятельство, что финансировал издание курфюрст Альбрехт Прусский: князь поставил непременным условием, чтобы в названии «Таблиц» фигурировало слово «пруссские». В «Прусских таблицах» Рейнгольд ограничился лишь тем, что привел надежные числовые данные, полностью обойдя молчанием гелиоцентрическую систему мира. Вполне вероятно, что сделано это было из соображений осторожности, и тем не менее выход в свет «Прусских таблиц» был событием огромного значения. Со времени появления «Альфонсинских таблиц» (XIII в.) в Европе впервые были вычислены новые таблицы движений небесных тел, частично основанные на новых наблюдательных данных и, следовательно, более точные. Именно по этой причине «Прусские таблицы» были повторно изданы в 1571 и в 1584 г. и послужили основой проведенной в 1582 г. папой Григорием XIII реформы календаря. Тем самым свершились надежды Коперника, что его труд окажется полезным для проведения реформы календаря.

Хотя в «Прусских таблицах» явно не говорилось о гелиоцентрической системе Коперника, уже самый факт, что в основу их были положены коперниковские *De Revolutionibus*, невольно обращал внимание ученых на труд фромборкского астронома и тем самым косвенно способствовал распространению коперниковских идей.

В Германии приверженцем теории Коперника стал Михаил Местлин (1550—1631), профессор астрономии в Тюбингене, в Голландии — знаменитый физик, математик, астроном и инженер Симон Стевин (1548—1620). Издав в 1605 г. в Лейдене работу *Wisconstighe Ghedachtenissen* [Математические размышления], Стевин

решиительно встал на сторону Коперника, дополнив его гелиоцентрическую теорию важным с точки зрения механики утверждением: для объяснения неизменности (в течение года) направления земной оси отнюдь нет необходимости привлекать «третье движение» Земли, фигурирующее у Коперника. В своей работе *Van den Hemelloop* [О движении небес], опубликованной в 1608 г., Стевин наряду с геоцентрической системой мира рассматривал также и гелиоцентрическую теорию. Столь явная приверженность гелиоцентризму вызвала раздраженную реакцию со стороны кальвинистских крутов, занимавших в Голландии господствующее положение. Наиболее ярким выразителем взглядов кальвинистов был Убо Эммиус (1547—1625), ректор латинской школы, а с 1615 г. — вновь учрежденного университета в Гронингене.

К числу первых сторонников Коперника принадлежал также англичанин Томас Дигтес (1546—1595), издавший в 1576 г. очерк гелиоцентрической теории и отдельные выдержки из работы Коперника. В нарисованную Коперником схему устройства мира Дигтес внес небольшие, но довольно существенные изменения: отказавшись от сферы неподвижных звезд, он заменил ее областью, неограниченно простирающейся в пространстве. Эта счастливая в своей основе идея не была, однако, лишена и отрицательных, реакционных элементов: Дигтес считал введенную им неограниченную область обиталищем бога, ангелов и душ праведников, или, коротко говоря, небом в религиозном смысле. Тем самым Дигтес сохранял насчитывавшее уже много веков деление мира на две части: естественную и сверхестественную, или божественную, а также лишь в слегка измененной форме противопоставле-



Система мира по Диггесу

ние неба и Земли, в корне противоречащее выводам из теории Коперника.

В одну эпоху с Диггесом протекала деятельность и другого сторонника Коперника — английского естествоиспытателя и врача Уильяма Гильберта (1544—1603), который также отвергал существование сферы неподвижных звезд и считал, что звезды находятся в пространстве на различных

расстояниях от Земли. Особое внимание, однако, Гильберт уделял изучению магнетизма, отдавая много времени экспериментальному исследованию этого явления. Свою теорию магнетизма Гильберт распространил на небесные тела, утверждая, что движения их происходят под действием сил магнитной природы, а сама Земля, обращаясь вокруг собственной

оси, представляет собой не что иное, как большой магнит. Свои взгляды Гильберт изложил в работе *De mundo nostro sublunari philosophia nova* [Новая философия о нашем подлунном мире], вышедшей в свет после его смерти лишь в 1651 г.

Говоря об отношении ученых шестнадцатого века к гелиоцентрической теории, нельзя не упомянуть о весьма своеобразной оценке труда Коперника, которую дал французский философ, логик, математик и филолог Пьер де ля Раме, известный под псевдонимом Петр Рамус (1515—1572). Приняв написанное Осигандером предисловие за принадлежавшее перу Коперника, де Раме в 1569 г. упрекнул великого астронома в том, что тот выдумал гипотезу, в которую сам не верил. Оскорбительное для создателя гелиоцентрической теории обвинение было снято лишь в 1609 г. Иоганн Кеплер (о котором мы еще будем говорить) доказал, что Коперник правильно понимал сущность своей теории, а принадлежавшее якобы его перу предисловие было в действительности написано и опубликовано Осигандером без ведома и согласия Коперника.

Названные нами сторонники и противники Коперника (за исключением, разумеется, Кеплера) не сыграли, однако, сколько-нибудь заметной роли в дальнейшем распространении гелиоцентризма. Первым крупным ученым, астрономические наблюдения которого имели большое значение для укрепления позиций гелиоцентризма, был датский астроном Тихо Браге (1546—1601).

Браге изучал науки сначала в Копенгагене, а затем в Лейпциге, Росток и Виттенберге, где особенно усердно занимался астрономией. На его интерес к этой области науки во многом повлияли два события: пол-



Тихо Браге

ное солнечное затмение 1560 г. и соединение Юпитера и Сатурна в 1563 г. Наблюдая соединение, юный Браге заметил, что «Альфонсинские таблицы» предсказали момент наступления этого интересного небесного явления с ошибкой почти в целый месяц, тогда как ошибка в «Прусских таблицах» составила лишь несколько дней. Это обстоятельство обратило внимание Браге на необходимость собирания систематических и надежных наблюдательных данных, которые должны были дать богатый материал для исправления теории движения планет, и побудило его к занятиям астрономией. С тех пор основные усилия Браге были направлены на получение огромного числа наблюдательных данных. Его талант астронома-наблюдателя развернулся во всем блеске.

В отличие от большинства астроно-

мов того времени, занимавшихся в основном спекулятивными размышлениями, составлением календарей с предсказаниями и астрологией, Браге стремился к получению как можно более надежных наблюдений, проявляя особый интерес к астрономическим инструментам, и прославился не только как знаток, но и как создатель первоклассных инструментов. Еще в 1569 г., в бытность свою в Аутсбурге, Браге по собственному проекту построил для братьев Гейнцель, членов магистрата и любителей астрономии, большой деревянный квадрант с радиусом 6 м. Для себя Браге сконструировал переносный инструмент, называемый секстантом. Инструмент этот представлял собой дугу в 60° с двумя подвижными визирами, позволявшими измерять угловые расстояния между звездами.

По возвращении в Данию Браге на некоторое время прекратил свои занятия астрономией. Поселившись у своего дяди, он занялся главным образом химическими экспериментами, однако вскоре произошло событие, которое окончательно предопределило направление дальнейшей деятельности Браге. 11 ноября 1572 г., выходя вечером из лаборатории, он заметил в созвездии Кассиопеи новую, необычно яркую звезду, которая ранее не наблюдалась. Звезда эта не только превосходила по блеску все остальные звезды, но и была видна днем. Разумеется, столь необычное явление тотчас же стало всеобщей сенсацией и вызвало множество различных толков. Одни утверждали, будто новая звезда — это вторая виффлеемская звезда, предвещающая новый приход Христа, другие усматривали в ней причину различных грядущих бед и несчастий, третьи задумывались над природой звезды и ее месте во Вселенной. Размышляли даже над про-

блемой, настоящая ли эта звезда или, быть может, какой-нибудь горячий сгусток, образовавшийся в верхних слоях атмосферы. Ведь Аристотель учил, что небесный мир, мир звезд, неизменен. Следовательно, звезда не может ни исчезнуть, ни появиться. В обстановке столь бурных споров Браге произвел наблюдения, дабы оценить расстояние до «новой» звезды и решить, принадлежит ли она к «подлунному миру», то есть расположена ли в верхних слоях атмосферы, или является небесным телом, которое удалено от Земли на расстояние, превышающее расстояние до Луны. В первом случае «новая» звезда за сутки должна была бы перемещаться относительно других звезд Кассиопеи на угол в 1° и даже больше (этот угол называется суточным параллаксом). Во втором случае, то есть находясь от Земли на удалении больше, чем Луна, «новая» звезда имела бы столь малый суточный параллакс, что измерить его было бы невозможно.

Наблюдения Браге не обнаружили у «новой» звезды никакого параллакса. Это означало, что «новая» действительно была звездой, а не «испарением земной атмосферы». Тем самым одновременно была доказана неправильность аристотелевского утверждения о неизменности звездного мира.

В следующем году блеск звезды начал слабеть, а в 1574 г. звезда полностью погасла. Созвездие Кассиопеи приняло свой прежний вид, но само явление оставило след в умах людей. Еще в 1573 г. Браге опубликовал работу *De Stella nova* [О новой звезде], в которой изложил не только результаты своих наблюдений вместе с вытекающими из них выводами, но и свои взгляды на природу и астрологическое значение необыкновенного небесного явления.

Как уже говорилось, «новая» звезда в созвездии Кассиопеи во многом способствовала пробуждению у Браге интереса к астрономии и окончательному выбору дальнейшего направления его деятельности. Ученый решил поселиться где-нибудь в Европе и заложить обсерваторию для проведения систематических наблюдений. С этой мыслью Браге отправился в Германию. В 1575 г. он побывал в Касселе в гостях у гессенского ландграфа Вильгельма IV, который, будучи страстным любителем астрономии, имел свою собственную обсерваторию. В результате визита Браге в кассельской обсерватории было начато систематическое и широко задуманное наблюдение Солнца, планет и звезд, а сам ландграф обратил на Браге внимание датского короля Фредерика II. В 1576 г. король Фредерик подарил своему одаренному подданному в качестве ленного владения остров Вен*, расположенный в проливе Зунд вблизи Копенгагена, с правом сбора всех налогов. Собранные средства должны были покрыть расходы по устройству и содержанию обсерватории. В том же году Браге приступил к строительству обсерватории, которую назвал «Ураниборгом», что означает «дворец Урании», то есть астрономии. Обсерватория была оснащена многочисленными, самыми совершенными по тому времени инструментами, среди которых особой известностью пользовался гигантский азимутальный квадрант. В том же 1576 г. Браге, не мешкая, приступил к наблюдениям, принесшим ему заслуженную славу. В последующие годы Браге сплотил вокруг себя учеников и помощников, для которых на острове



Обсерватория Браге на острове Вен

было построено и оснащено астрономическими инструментами другое здание, носившее название «Стjerneборг», что означает «Звездный дворец».

Браге проводил тщательные и систематические наблюдения. Совершенные инструменты и выдающийся талант астронома-наблюдателя позволили ему достичь небывалой до того времени точности: ошибка в определении угловых координат небесных тел у Браге составляла лишь 1'. Он исследовал движение Луны, измерил наклон эклиптики к экватору, провел многочисленные наблюдения планет и комет, составил ценный каталог

* Ныне остров Вен принадлежит Швеции.

звезд и одним из первых начал изучать явление рефракции*.

Список своих инструментов и результаты наблюдений Браге опубликовал в вышедшем в 1598 г. из печати труде *Astronomiae Instauratae Mechanica* [Механика обновленной астрономии] и в другой работе *Astronomiae Instauratae Progymnasmata* [Введение в обновленную астрономию], выходявшей отдельными выпусками с 1598 по 1602 г.

Разумеется, деятельность Тихо Браге не ограничивалась одним лишь собиранием наблюдательных данных. Он интересовался также и проблемой строения Вселенной. Браге был знаком с теорией Коперника, а о ее создателе неизменно отзывался с огромным уважением, как правило, награждая его такими эпитетами как «великий», «несравненный» или «знаменитый». В 1584 г. Браге направил во Фромборк своего ассистента Элиаша Морсиана Цимбера с заданием выяснить определенную Коперником географическую широту этого города. По возвращении Цимбер привез Браге портрет и трикветрум фромборкского астронома. Простой инструмент Браге принял как реликвию и в тот же день написал оду «На параллактический инструмент Коперника», портрет же приказал повесить на почетном месте, а под ним выгравировать надпись:

*«Если у сонма титанов**
Силы на то лишь хватило,
Чтобы на горных вершинах
Горы другие воздвигнуть,*

* Явление рефракции состоит в преломлении света в атмосфере Земли, что вносит искажения в видимые положения небесных тел.

** Титаны — мифологические великаны, обладавшие чудовищной силой, которые вели войну с богами. Желая воззреть-

*...Пав, как один,
Под ударами мощными молний,
Сколь же сильней и счастливей
Их оказался Коперник,
Хоть был и один он!
Целую Землю со всеми горами
Поднес он ко звездам,
Молний избегнув ударов».*

Однако со временем у Браге появились сомнения в правильности теории Коперника. Немалую роль в этом сыграли накопленные Браге результаты точных наблюдений, надежность которых он ясно сознавал и высоко ценил. Браге справедливо считал, что если Земля обращается вокруг неподвижного Солнца, то звезды в течение года должны незначительно изменять свое положение на небе, то есть обладать так называемым годичным параллаксом*. Произведенные же им наблюдения, точность которых не вызвала никаких сомнений, не позволили обнаружить параллакса. Это означало, что годичный параллакс звезд был меньше $1'$.

В те времена, когда телескоп еще не был изобретен, среди астрономов господствовало мнение, что угловые размеры поперечника звезд составляют примерно $2-3'$, ибо такими были видны звезды невооруженному глазу.

Связано это было с двумя причинами: во-первых, с малой разрешающей способностью глаза, во-вторых, с атмосферной рефракцией. Обе причины в XVI в. еще не были известны, поэтому Тихо Браге рассуждал сле-

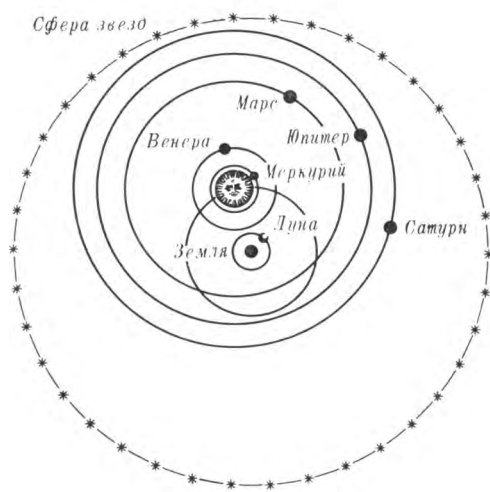
ся на Олимп, гиганты ставили горы на горы, но погибли, пораженные молнией, ниспосланной Зевсом.

* Годичным параллаксом называется угол между направлениями на звезду, проведенными с Земли и с Солнца. Иначе говоря, годичный параллакс есть не что иное, как угол, под которым с данной звезды виден радиус земной орбиты.

дующим образом. Если бы звезды находились от Земли так далеко, что их параллаксы были меньше $1'$, то наблюдаемым угловым размерам поперечника звезд в $2-3'$ должны были бы соответствовать линейные размеры, по крайней мере в два раза превосходящие длину диаметра орбиты, описываемой Землей вокруг Солнца. Поскольку такое заключение Браге считал неприемлемым, отсюда следовал вывод, что и сама мысль об обращении Земли вокруг Солнца нелепа.

В подтверждение тезиса о неподвижности Земли Браге приводил различные «аргументы» ученых древности и, хотя сам же утверждал, что Солнце в 140 раз больше Земли, считал тем не менее, что «Земля слишком велика и тяжела, чтобы из нее можно было сделать звезду и пустить в небесные просторы». Любопытно заметить, что движение значительно более тяжелого Солнца не вызывало у него подобных сомнений.

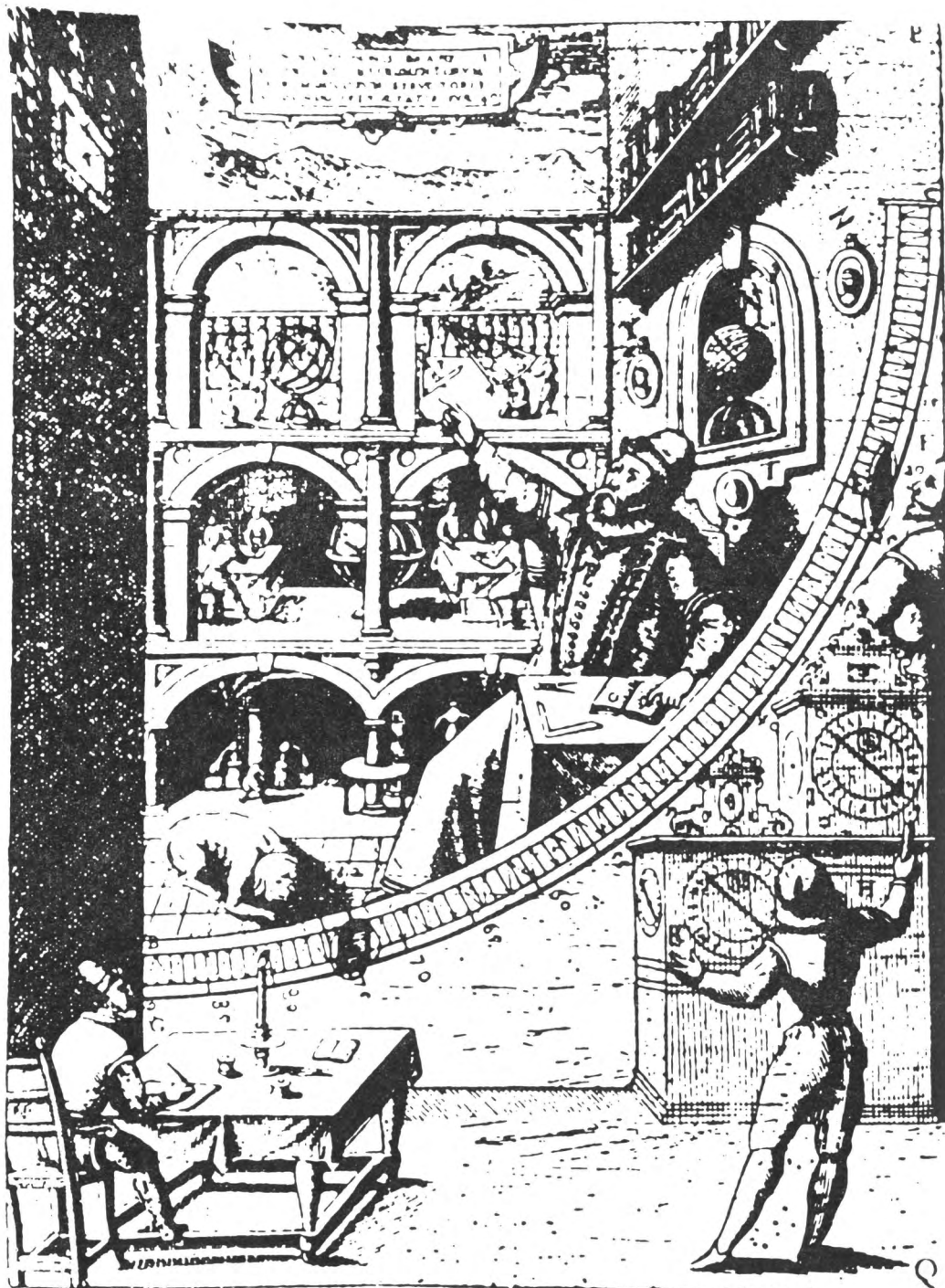
Отказавшись в конце концов от теории Коперника, Браге, однако, не смог вернуться к теории Птолемея, недостатки которой он отчетливо сознавал, и разработал свою собственную систему мира. Согласно теории Браге, Земля неподвижна и покоится в центре Вселенной. Непосредственно вокруг Земли обращаются только Солнце и Луна. Все остальные планеты обращаются вокруг Солнца и лишь вместе с ним — вокруг Земли. Такая схема позволяла не только объяснить движение планет без использования эпициклов, но и объясняла отсутствие годичного параллакса у звезд. Замыкала всю систему сфера неподвижных звезд. Разумеется, Браге не ограничился тем, что предложил свою концепцию устройства мира. Он ревностно продолжал собирать наблюдения положений планет, что-



Система мира по Тихо Браге

бы, опираясь на них, построить теорию движения планет и тем самым доказать правильность своей системы мира.

По сравнению с теорией Коперника геоцентрическая теория Браге, несомненно, была шагом назад, однако в XVII в. она нашла себе многочисленных сторонников даже среди астрономов. Особой же популярностью система Браге пользовалась у людей, далеких от астрономии. Прежде всего теория Браге была с одобрением воспринята церковью, усмотревшей в ней средство для подтверждения обанкротившихся, но важных для религиозного мировоззрения идей геоцентризма и антропоцентризма. Это обстоятельство имело для церкви тем большее значение, что авторитет самой церкви в эпоху Возрождения и под ударами Реформации заметно пошатнулся. В этой обстановке возникла и окрепла так называемая Контрреформация — деятельность церковных властей, направленная не только



Гигантский азимутальный квадрант Тихо Браге

против различного рода еретиков, но и против новых, но невыгодных для церкви научных и религиозных концепций. Обороняя свои старые позиции от все более возрастающего натиска противника, церковь вела непримиримую войну со всеми такими «новинками».

В столь напряженной атмосфере вскоре возник еще один вариант геоцентрической системы, также снискавший одобрение церкви. Его создателем был иезуит Жан Баптиста Риччиоли (1598—1671), профессор иезуитской коллегии в Болонье. Свою систему мира, имеющую чрезвычайно много общего с системой Браге, Риччиоли изложил в книге *Almagestum Novum* [Новый Альмагест], изданной в 1651 г. Согласно Риччиоли, вокруг неподвижной Земли обращаются Луна и Солнце. Вокруг Солнца обращаются лишь Меркурий, Венера и Марс, а Юпитер и Сатурн обращаются непосредственно вокруг Земли. Теория Риччиоли не получила столь широкого признания, как теория Браге, и в первой половине XVIII в. они обе вынуждены были окончательно уступить свои позиции гелиоцентризму.

Тем временем в жизни Браге произошли важные перемены. В 1588 г. умер его покровитель датский король Фредерик II, и власть перешла в руки опекунов малолетнего наследника, которые уже не были столь благосклонны к астроному. Отношения между Браге и королевским двором становились все напряженней, пока наконец в 1597 г. Браге не был вынужден покинуть Данию. После двухлетних странствий астроном принял приглашение императора Рудольфа II Габсбурга (1576—1611) и переехал в Прагу, где в то время находилась императорская резиденция. Рудольф II очень интересовался науками, в особенности астрологией, астро-



Джордано Бруно

номией и алхимией, и покровительствовал искусствам. Браге удалось привезти с собой в Прагу некоторые из своих астрономических инструментов. Установив их, он приступил к наблюдениям, но вскоре, 24 октября 1601 г., умер.

В то время, когда Браге под влиянием возникших сомнений в правильности гелиоцентрической системы мира испытывал колебания и в конце концов перешел на сторону геоцентризма, в защиту теории Коперника решительно выступил итальянский философ Джордано Бруно (1548—1600). В отличие от Браге Бруно был чистым мыслителем. Круг его интересов был необычайно широк и охватывал как естественнонаучные, так и

теологические проблемы. Родившись в небольшом местечке Нола близ Неаполя, Бруно получил первоначальное образование в Неаполе, где в возрасте 15 лет был принят в монастырь св. Доминика. Это событие оказало существенное влияние на его дальнейшую судьбу: сын бедного солдата, Бруно не имел иной возможности для получения образования. В 1572 г. он был посвящен в сан, но не ограничил своей деятельности исполнением одних лишь церковных обязанностей. В тиши монастыря Бруно с жаром погрузился в изучение наук, штудировал труды Аристотеля, Платона и других авторов, а также ознакомился с *De Revolutionibus*. В отличие от большинства ученых того времени Бруно не следовал слепо канонам освященной веками науки, а относился к тому, что читал, довольно критически и стремился выработать свое собственное независимое мнение. Видя окружающую его косность, невежество, тупоумие и глупость, Бруно, обладавший язвительным умом, начал писать едкие памфлеты, в которых в остроумной форме бичевал пороки.

В основе философских взглядов Бруно лежали две характерные для эпохи Возрождения тенденции: стремление к всестороннему исследованию природы и к практическому овладению ею человеком. Религиозные взгляды Джордано Бруно столь значительно отличались от официальной церковной доктрины, что в 1575 г. ему было предъявлено обвинение в ереси, причем обвинительный акт содержал 130 пунктов. Бруно бежал из своего неаполитанского монастыря в Рим, надеясь, что там ему удастся найти помощь. Лишенный сана, Бруно сбросил монашескую рясу и, бежав из Вечного города, до 1579 г. странствовал по Италии, зарабатывая на

жизнь частными уроками. Однако родина, опутанная густой сетью церковных учреждений, становится для него слишком тесной, и Бруно отправляется в многолетние скитания по странам Европы.

Свой долгий путь Бруно начал с кальвинистской Женевы. Выпустив листовку с едкой сатирой на одного из местных теологов, Бруно восстановил против себя влиятельные круги Женевы и был заключен в тюрьму. После выхода на свободу Бруно покидает Женеву и перебирается во Францию, где некоторое время преподает в университетах Тулузы и Парижа. В 1583—1585 гг. он побывал в Оксфорде и Лондоне и написал там свои основные произведения: «О бесконечности, вселенной и мирах», «Пир на пепле» и «О причине, начале и едином». Вернувшись в 1586 г. в Париж, Бруно в 120 тезисах сформулировал основы своего философского мировоззрения. Дальнейшие странствования привели его на несколько лет в Германию и Чехию, однако повсюду излагаемые им в лекциях взгляды вызвали недовольство властей и подвергались преследованиям.

В чем же состояли взгляды Бруно, вызывавшие столь многочисленные возражения?

В натурфилософии Бруно стоял на позициях пантеизма, то есть отождествлял Вселенную с богом, что было наирадикальнейшим выражением материалистической тенденции в философии Возрождения. Отождествляя бога с природой, Бруно провозглашал единство Вселенной, ссылаясь на единство материи и единые законы, управляющие ее непрерывным круговоротом и превращениями. При этом он подчеркивал необходимость освобождения естественных наук и философии из-под власти теологии, а в

вокруг земного шара как вокруг центра» *.

Бруно был не только горячим сторонником, пропагандистом и апологетом гелиоцентрической теории Коперника, но и пошел значительно дальше, отказавшись по существу от сохранившейся еще у Коперника сферы неподвижных звезд. Он утверждал, что Вселенная бесконечна и содержит бесконечно много звезд, одной из которых является наше Солнце. Само Солнце Бруно считал ничтожной пылинкой в неограниченно простирающейся Вселенной и приписывал как Земле, так и Солнцу вращательное движение. Бруно учил также, что среди бесчисленного множества звезд-солнц имеется много таких, вокруг которых обращаются свои планеты, и наша Земля — не единственная планета, на которой возникла жизнь и обитают разумные существа. Бруно разделял аристотелевское учение о четырех элементах: земле, воде, воздухе и огне, но утверждал при этом, что из них построена не только Земля, но и все небесные тела.

Из высказанного Бруно тезиса о бесконечности Вселенной следовал весьма важный вывод. Действительно, коль скоро Вселенная бесконечна, то она не могла быть сотворена в некий момент и, следовательно, существовала всегда и будет существовать вечно. Подобные взгляды полностью противоречили взглядам церкви. Не могло не вызвать ожесточенных нападок и то обстоятельство, что в центре Вселенной Бруно не поместил не только Землю, но даже и Солнце, как и тезис о том, что на других «зем-

* Обе приведенные выше цитаты заимствованы из книги *Giordano Bruno przed trybunałem Inkwizycji. Akta procesu* (переводил W. Zawadzki), Książka i Wiedza, Warszawa, 1953.

лях» под другими «солнцами» живут какие-то другие «люди». Если добавить к этому, что и религиозные взгляды Бруно значительно отличались от принятых официальной церковью, то вряд ли придется удивляться обвинениям Бруно в ереси и пропаганде «ложного и еретического» мировоззрения.

В 1591 г. Бруно по приглашению венецианского вельможи Джованни Мочениго прибыл в Венецию. Возможно, что философ просто стосковался по родине. Возвращение в Италию было рискованным предприятием: Бруно, можно сказать, отправился прямо в пасть льва, но великий мыслитель видел залог своей безопасности в могуществе Венеции, сравнительно мало зависевшей от папы римского, и, кроме того, рассчитывал на покровительство такого богатого и влиятельного сеньора как Мочениго. В марте 1592 г. Бруно уже был в Венеции у Мочениго, пожелавшего изучать под его руководством естественные науки и философию. По-видимому, отношения с покровителем оказались слишком обременительными для ученого, поскольку Бруно захотел вернуться в Германию и поставил о том в известность Мочениго, сославшись на необходимость быть во Франкфурте, чтобы наблюдать за печатанием книг. Раздраженный Мочениго, видя, что ему не удастся удержать Бруно в своем дворце, выдал его 23 мая 1592 г. в руки инквизиции. Джордано Бруно был арестован и помещен «под пломбы» — в один из самых страшных застенков Европы. Свинцовая крыша тюрьмы так нагревалась за день, что Бруно в своей камере одиночного заточения испытывал от жары невыносимые муки. Представ перед трибуналом венецианской инквизиции, мыслитель сначала было дрогнул, отказался от сво-

их «еретических» взглядов и просил о помиловании. Но то была лишь временная слабость, приступ которой вскоре прошел и более не повторился.

Тем временем великий инквизитор в Риме в ультимативной форме потребовал от Венеции выдачи философа, считая, что столь крупного еретика надлежит судить в самом Риме. Венецианские власти сначала ответили отказом, заявив, что выполнение этого требования нанесло бы ущерб престижу и суверенитету Венецианской республики, но затем уступили, и 27 февраля 1593 г. Бруно был отправлен в Рим. Там он провел в тюрьме 7 лет, в течение которых инквизиция не оставляла надежды под пытками вырвать у него отречение от своих взглядов. Однако ученый уже пришел в себя от первого потрясения и упорно защищал свои убеждения, отстаивая их даже перед лицом трибунала инквизиции. Видя столь непреклонную позицию, судьи приговорили Бруно к смертной казни как неисправимого и закоснелого еретика. Приговор был приведен в исполнение 17 февраля 1600 г. в Риме на Кампо ди Фиоре. Обнаженного Бруно с заткнутым кляпом ртом привязали к столбу и сожгли живым на костре. Так погиб выдающийся ученый и смелый философ, который дерзнул мыслить самостоятельно. И хотя взгляды Бруно не были поняты его современниками, последующее развитие науки подтвердило правильность многих из его принципиальных утверждений.

Бруно не был единственным защитником гелиоцентризма, жившим в ту эпоху, хотя и выделялся среди других своей решительностью и бескомпромиссностью. Однако на борьбу с властью церкви отваживался не каждый. Были и такие, которые пытались примирить гелиоцентрическую теорию строения Вселенной с учением, про-

поведуемым церковью. Вспомним хотя бы, что первые попытки такого рода предпринимали как Гизе, так и Ретик, хотя ни тот, ни другой своих выводов не опубликовали. Первым из тех, кто решился выступить с подобной попыткой, был Дидак Астуник, опубликовавший свою первую работу на эту тему в 1584 г. в Толедо, а следующую — в 1591 г. в Риме. Вскоре затем (в 1615 г.) монах ордена кармелитов Павел Антонио Фоскарини (1580—1616) предпринял попытку примирить теорию Коперника с библией, выпустив в Неаполе работу под названием «Об учении пифагорейцев и Коперника об обращении Земли и неподвижности Солнца и новом устройстве мира». Основная мысль автора, которую он всячески стремился подчеркнуть, состояла в том, что между гелиоцентрической теорией и взглядами церкви на строение мира по существу якобы нет противоречий. Однако все эти попытки не привели к сколько-нибудь заметному результату и не способствовали изменению

официальных взглядов церкви. Сторонником теории Коперника был также и Томазо Кампанелла (1568—1639), бывший одним из первых представителей утопического коммунизма. В своих работах, написанных в 1616, 1622 и 1629 гг., Кампанелла отстаивал гелиоцентрическую теорию, однако большого значения эти работы не имели. Наиболее важную роль в истории гелиоцентризма сыграла деятельность Галилея и Кеплера. Вопреки многочисленным голосам, раздававшимся в поддержку теории Коперника, церковь настойчиво отстаивала старые, традиционные взгляды на устройство мира, противопоставляя научной аргументации свой авторитет.

Однако XVII в. показал, что никакая сила не в состоянии надолго задержать развитие науки. Гелиоцентрическая теория Коперника победила. Немалую роль в этой победе сыграла деятельность ряда выдающихся ученых, таких, как Галилей, Кеплер, Гюйгенс, Ньютон и другие.



21. EPPUR SI MUOVE

...ради этой цели я взял на себя в беседах роль сторонника системы Коперника и излагаю ее сначала как чисто математическую гипотезу, стараясь далее при помощи разных искусственных приемов доказать ее превосходство...

Галилео Галилей «Диалог о двух главнейших системах мира, птолемеевой и коперниковской». Предисловие «Благоразумному читателю»

В ту пору, когда на костре сожгли Джордано Бруно, в Италии начинал свою деятельность выдающийся сторонник и пропагандист теории Коперника Галилео Галилей (1564—1642).

Галилей родился 15 февраля 1564 г. в городе Пиза в семье известного музыканта Винченцо Галилея. В 1575 г. отец Галилея переехал во Флоренцию. Именно там молодой Галилей получил начальное образование. Когда Галилею исполнилось 16 лет, отец отправил его изучать медицину в Пизанский университет. Но медицина не привлекала юношу, и вскоре он совсем забросил ее, занявшись самостоятельным изучением геометрии и механики. Четыре года спустя недостаток средств вынудил молодого Галилея вернуться в родительский дом. Во Флоренции будущий ученый встретился с математиком Остилием Риччи и под его руководством еще больше углубил свои познания в механике и математике. В 1586 г. Галилей написал свою первую научную работу «Малые гидростатические весы», имевшую самое непосредственное отношение к практическим потребностям ювелиров: в ней предлагался способ определения плотности металлов и драгоценных камней. Публикация этого небольшого произведения позволила Галилею познакомиться с несколькими выдающимися

людьми и среди них — с генеральным инспектором крепостей герцогства Тосканского Гвидо Убальдо дель Монте (1545—1607), человеком весьма влиятельным. При поддержке дель Монте Галилей в 1589 г. в возрасте всего лишь 25 лет становится профессором математики Пизанского университета. В обязанности молодого профессора входило не только преподавание основ геометрии и астрономии, но и проведение астрономических наблюдений и даже составление гороскопов. Галилей с самого начала зарекомендовал себя как самостоятельно мыслящий ученый, не следующий слепо авторитетам древности. Его взгляды на структуру окружающего мира были основаны на экспериментальном изучении явлений и в целом резко отличались от общепринятых в те времена теорий Аристотеля. Не удивительно, что консервативно настроенные профессора не слишком благосклонно смотрели на своего молодого коллегу. В Пизанском университете Галилей пробыл недолго. Уже в 1592 г. он переехал в Падую, находившуюся под властью Венецианской республики, где также занял кафедру математики в местном университете. Лекции Галилея по геометрии, механике и астрономии снискали ему славу замечательного преподавателя. Вместе с тем он был на-

Galileus Galileus

Florentinus



Superior
16

licentia
24

Eques Octavius Leonis

Roman' pictor fecit

Галилей

столько осторожен, что в своих лекциях не упоминал о гелиоцентрической теории Коперника, хотя ее знал и ценил. Об этом свидетельствует хотя бы письмо, написанное Галилеем Кеплеру 4 августа 1597 г. В нем говорится: «... Вот уже много лет, как я разделяю воззрения Коперника и, руководствуясь ими, открыл причины многих явлений природы, не поддающихся объяснению на основе общепринятых гипотез. Много написал я на эту тему о прямых и косвенных доказательствах, но до сих пор не отважился напечатать, испуганный судьбой самого Коперника, нашего учителя. У немногих снискал он бессмертную славу, бесконечно же многие (ибо так велико число глупцов) смеялись над ним и освистывали его. Я бы решился опубликовать ход моих рассуждений, если бы людей твоего разума было больше... Как не печалиться, что так мало людей, пекущихся о поиске истины, а не прибегающих к глупому философствованию».

Решающую роль в дальнейшей деятельности Галилея сыграли телескопы, которые в начале XVII в. в честь страны, где они были впервые изобретены, назывались «голландскими трубами».

Как все великие научно-технические изобретения, проблема рациональной конструкции телескопов была решена не сразу. Еще в 1589 г. итальянец Джиованни Баттиста делла Порта опубликовал книгу под названием *Magia Naturalis* [Магия природы], в которой описал систему линз, позволяющих видеть удаленные предметы. Система состояла из комбинации двух линз: собирающей и рассеивающей. На основе этой работы голландские оптики строили свои «трубы» для земных целей. Первая такая труба была построена, по-види-

мому, в 1604 г. В 1609 г. о «голландских трубах» прослышал Галилей. В том же году, руководствуясь одним лишь описанием, Галилей самостоятельно изготовил телескоп, а в последующие месяцы — еще несколько телескопов, из которых самую важную роль суждено было сыграть четвертому. По современным критериям инструмент Галилея был весьма несовершенным, однако по тем временам это было своего рода чудо. Длина телескопа составляла 1245 мм, его объективом служила плоско-выпуклая линза диаметром 53,5 мм, а окуляром — плоско-вогнутая линза диаметром 25 мм. Инструмент давал тридцатикратное увеличение, а использование в качестве окуляра рассеивающей линзы позволяло получать прямое, а не обратное изображение. В наши дни оптическая схема галилеевой трубы применяется в конструкции театральных биноклей.

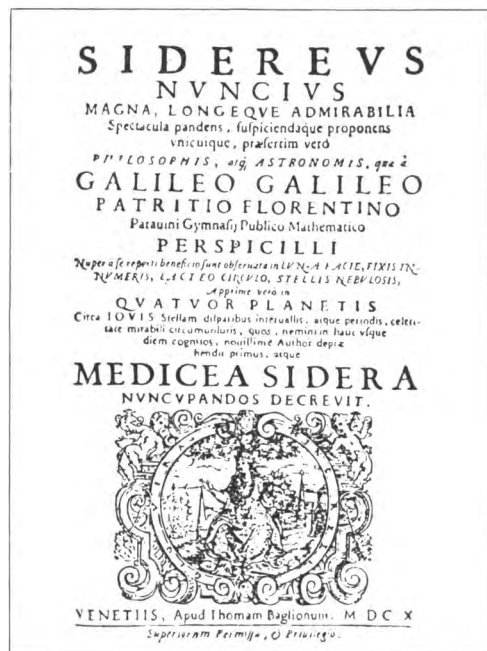
В том же 1609 г. Галилей направил свой телескоп на небо. Несмотря на малое увеличение, результаты первых же наблюдений были поразительными. На Луне Галилей установил существование огромных плоских областей темного цвета, названных им морями, и гор. Поразило его и то, что поверхность Луны во многом напоминает земную. Другое открытие он сделал, взглянув в телескоп на Млечный Путь: серебристая полоса распалась на мириады мелких звездочек! А когда в январе 1610 г. Галилей направил свой лучший — четвертый — телескоп на Юпитер, то глазам его открылись четыре самых больших спутника этой планеты, названных им в честь рода Медичи, правившего герцогством Тосканским (в состав которого входили Флоренция и Пиза), «медицейскими звездами, или планетами».

Позднее, неоднократно наблюдая в

телескоп спутники Юпитера, Галилей заметил, что они обращаются вокруг центральной планеты, и, следовательно, перед ним находится как бы миниатюрная модель солнечной системы. В то же время спутники Юпитера представляли собой первый пример небесных тел, явно обращающихся не вокруг Земли. Однако особенно необычный вид имел в телескопе Сатурн: Галилей заметил, что планета выглядит так, как если бы состояла из трех частей. Два отростка, выступающие по обе стороны диска планеты, в действительности были знаменитым кольцом Сатурна, но примитивный телескоп не позволял различить детали.

Уже в марте того же года Галилей опубликовал небольшую работу под названием *Sidereus Nuncius* [Звездный вестник], в которой описал свои открытия, сделанные с помощью телескопа. В «Звездном вестнике» сообщалось также, что поверхность Луны напоминает поверхность Земли, и объяснялся давно известный пепельный свет* Луны. Он, по мнению Галилея, связан с тем, что на ту часть Луны, на которой наблюдается этот феномен, падает свет, отраженный от Земли. Саму Землю Галилей рассматривал как одну из планет, а в каждом наблюдении стремился найти еще одно подтверждение правильности теории Коперника. Опираясь на открытия, сделанные с помощью телескопа, Галилей отважился на открытое выступление в поддержку гелиоцентрической теории устройства Вселенной, ибо верил в силу твердо установленных и неопровержимых экспериментальных фактов.

* Пепельным светом Луны называется явление, состоящее в том, что неосвещенная часть лунного диска имеет не черный, а пепельный цвет, значительно светлее фона ночного неба.



Титульный лист «Звездного вестника» Галилея

Считая движение Земли неоспоримо доказанным, Галилей писал: «С помощью научных доводов и аргументов, заимствованных из наблюдений природы, мы уже сто раз убедились, что Земля движется как планета и по своему блеску превосходит блеск Луны». Особенно выразителен другой отрывок из его книги, в котором говорится о лунах Юпитера.

«Из этих наблюдений, — писал Галилей, — нельзя определить вид траекторий четырех недавно открытых мной медичейских планет, но кое-какие важные выводы тем не менее сделать можно. Во-первых, поскольку они появляются на одних и тех же расстояниях, то за Юпитером, то снова перед ним, оказываясь то к западу, то к востоку от него, и неотступно следуют рядом с Юпитером и когда

он приближается к нам, и когда удаляется от нас, то не может быть сомнения в том, что они обращаются вокруг Юпитера и вместе с ним совершают оборот вокруг центра мира за двенадцать лет. Во-вторых, планеты эти обращаются (вокруг Юпитера) по различным кругам, ибо никогда не приходилось видеть, чтобы две из них соединялись, находясь на больших расстояниях от Юпитера, в то время как вблизи Юпитера взаимно перекрываются не две и не три, а даже все четыре луны. Кроме того, оказывается, что ближние планеты совершают обороты быстрее, чем более удаленные, ибо первые мы чаще наблюдаем на востоке, иногда на следующий день после того, как видели их на западе. Это весьма веский аргумент против тех, кто осмеливается посягать на систему Коперника, согласно которой планеты обращаются вокруг Солнца, ибо годичное движение Луны вместе с Землей вокруг Солнца смущает противников вышеуказанной системы настолько, что они готовы отказаться от коперниковской системы мира. Здесь же мы имеем не одну планету, обращающуюся вокруг другой и вместе с ней — вокруг Солнца, а четыре планеты, обращающиеся вокруг Юпитера и вместе с ним — вокруг Солнца».

Комментируя приведенные выше слова Галилея, следует подчеркнуть, что речь здесь идет об опровержении освященного многовековой традицией утверждения, бывшего одним из фундаментальных основ геоцентрической теории строения мира, о том, что все без исключения небесные тела обращаются вокруг одной точки — центра мира. Вряд ли можно было более ярко заявить о своей приверженности к теории Коперника. Нельзя не признать, что после сожжения на костре Джордано Бруно подобный

поступок был, несомненно, актом большого мужества.

«Звездный вестник» сразу же после выхода в свет стал сенсацией и мгновенно разошелся, а слава Галилея небывало возросла. По своему значению открытия Галилея ставились в один ряд с открытием Америки, герцог же Козимо ди Медичи, принадлежавший к роду, в честь которого были названы недавно открытые «планеты», даровал ученому почетный титул «первого математика и философа при герцоге Тосканском».

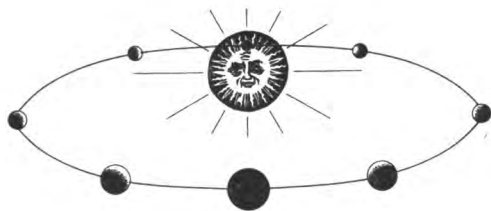
То, что спутники Юпитера получили название «медицейских планет», привело к одному довольно забавному происшествию. Французский королевский двор, с завистью взиравший на возвеличение рода Медичи, объявил большую награду тому, кто откроет «бурбонские светила». Призыв этот не остался без ответа. Французский астроном Жан Тарде «открыл» в конце концов желанные «бурбонские планеты», оповестив мир о своем открытии в изданной в 1620 г. в Париже книжке под названием *Burbonia sidera, i. e. planetae, quae solis lumina circumvolitant motu proprio ac regulari, falso hactenus ab helioscopis maculae solis nuncupati* [Бурбонские звезды, или планеты, которые обращаются вокруг Солнца собственным регулярным движением и ранее при наблюдениях Солнца ошибочно называвшиеся солнечными пятнами].

Однако радость длилась очень недолго, ибо «бурбонские планеты» все-таки оказались в действительности солнечными пятнами. Таким образом, Бурбоны так и не обрели «своих» планет на небе, но впоследствии могли найти удовлетворение хотя бы в том, что и название «медицейские планеты» за спутниками Юпитера не удержалось.

Галилей демонстрировал желающим небо в телескоп и даже рассылал телескопы ко дворам вельможных особ, что не только способствовало росту его известности, но и приносило вполне осязаемый материальный доход.

Разумеется, Галилей не обошел вниманием и властителей государства, в котором он жил, и еще в 1609 г. подарил телескоп венецианскому дожу. В ответ на любезность венецианские власти не только повысили ему жалованье, но и назначили пожизненную пенсию. Но и это обстоятельство не удержало Галилея в Падуе: вскоре он переехал во Флоренцию, которую считал своим родным городом.

Осенью 1610 г. Галилей совершил новое открытие, в еще большей степени подтвердившее правильность теории Коперника. Связано оно было с фазами Венеры и не явилось неожиданностью для ученого, который, уведомляя о своем открытии Джулиана ди Медичи, тосканского посла при императорском дворе, писал: «Узрел глазами то, в чем мой разум и до того не сомневался». Дальнейшие наблюдения Галилея показали, что фазы Венеры изменяются так же, как фазы Луны, то есть Венера имеет вид серпа, фазы которого меняются по мере удаления Венеры от Солнца. При наибольшем угловом удалении Венера находится в «четверти», за-

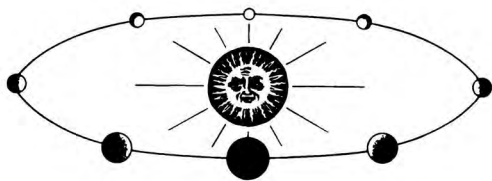


Фазы Венеры по теории Птолемея

тем, приближаясь к Солнцу, доходит до «полной» фазы, с тем чтобы, пройдя через еще одну четверть, достичь «новой» фазы.

Обнаруженное Галилеем явление неопровержимо доказывало, что Венера обращается вокруг Солнца. Это в свою очередь служило весьма сильным аргументом, подтверждающим правильность теории Коперника, ибо если бы Венера не обращалась вокруг Солнца или, как того хотел Птолемей, обращалась бы по эпициклам между Солнцем и Землей, то Венера была бы видна на небе лишь в виде тонкого серпа и никогда не могла бы достигнуть даже до фазы «четверть» (см. рисунок).

Однако на этом открытия, совершенные Галилеем с помощью телескопа, не окончились. В конце того же самого года ученый независимо от других наблюдателей (Харриот в Англии и Шейнер в Германии) открыл на солнечном диске непрерывно изменяющиеся темные пятна и доказал не только, что они лежат на поверхности Солнца, но и что само Солнце обращается вокруг собственной оси. Это открытие нанесло мощный удар по еще господствовавшим всюду взглядам Аристотеля, согласно которым небесные тела неизменны, ибо построены из совершеннейшей и неуничтожимой материи — эфира. Опровергнув утверждение о неизменности вечного «Неба», открытие Галилея убедительно показало ошибоч-



Фазы Венеры

ность разделения мира на несовершенную грешную «Землю» и совершенное «Небо». Свое открытие Галилей изложил в опубликованной в 1613 г. работе «История и доводы относительно пятен на Солнце». Так же, как и «Звездный вестник», эта работа вызвала большой интерес.

Публикация удивительных открытий и тех выводов, к которым они приводят, принесла Галилею не только славу, но и многочисленных противников. Уже выход «Звездного вестника» превратил солидные университетские круги в разворошенный муравейник. Нашлись ученые, которые не только опровергали выводы Галилея, но и ставили под сомнение правильность самих открытий. Одни утверждали, будто «трубе» Галилея нельзя верить, поскольку «трубы» якобы «вызывают обман зрения», и даже обвиняли Галилея в том, что он попросту выдумал «медицейские планеты» единственно для того, чтобы удовлетворить свою «ненасытную страсть к золоту». Другие заявляли, что данные наблюдений или результаты экспериментов не имеют значения, поскольку к познанию мира можно прийти путем чисто логических умозаключений. Третьи, ссылаясь на священное писание и астрологию, утверждали, что число планет (включая сюда Солнце и Луну) не может быть больше семи. В качестве «аргумента» использовалось и то, что число семь есть прообраз совершенства, и подобно тому, как, например, в человеческой голове имеется семь «отверстий» (два глаза, два уха, две ноздри и рот), планет также существует только семь. Ссылались даже на символику еврейского подсвечника с семью рожками для семи свечей.

Галилей защищался, часто выступал в диспутах, а его умение вести полемику было известно. Выступле-

ния Галилея отличались ясностью мысли, глубиной аргументации и ярким языком. Интересное сообщение об одном из таких диспутов сохранилось в письме к герцогу Антонио д'Эсте от 1626 г. Автор его писал:

«Ваше высочество отменно позабылись бы, слушая Галилея, когда он выступает на диспуте нередко против пятнадцати — двадцати человек, наседающих на него изо всех сил... Однако позиция его настолько неуязвима, что он насмехается над всеми противниками, и даже если его необычные взгляды не убеждают, то он все же умеет показать беспочвенность аргументов, которыми пытаются опровергнуть его противники. В прошлый понедельник... он явил несколько удивительных образцов мужества. Но что мне понравилось больше всего, так это его манера прежде чем отвечать на упрёки, сначала подкрепить их весьма важными на первый взгляд аргументами, дабы еще больше осмеять своих противников в тот миг, когда им кажется, что он уже повержен» *.

Однако Галилей сознавал, что успех, одержанный в диспуте, отнюдь не может служить критерием истины и что решающую роль должны в конечном счете играть лишь твердо установленные факты. Именно поэтому он в марте 1611 г. отправился в Рим, чтобы получить от иезуитской Римской коллегии подтверждение сделанных им до того времени открытий. Иезуиты из Коллегии сами были старательными и искусными наблюдателями, а поскольку спорить с приводимыми Галилеем фактами было невозможно, им не оставалось ничего другого, как признать открытия

* Galileo Galilei, *Dialog o dwu najwazniejszych ukladach swiata, Ptolemeuszowym i Kopernikowym*, przedmowa M. Brahmera, PWN, Warszawa, 1953, str. XI.

Галилея. Независимо от этого ученый стремился примирить веру с наукой, с полным основанием утверждая, что к вопросам веры относятся переживания религиозного характера, в то время как исследование и познание мира относятся к области науки. Для этого он в 1615 г. предпринял поездку в Рим, но все его усилия не увенчались успехом. Более того, Галилея даже обвинили в ереси, однако для него все окончилось благополучно, ибо сидевший в то время на апостольском престоле папа Павел V относился к нему благожелательно.

Тем временем популярность теории Коперника все возрастала, и бороться с ней старыми «научными аргументами» после открытий Галилея становилось все труднее. Церковь, после эпохи Возрождения и Реформации особенно чутко реагировавшая на все невыгодные для нее течения, решила официально заклеить коперниковскую «ересь». В конце февраля 1616 г. инквизиция признала еретическими два места из работ Галилея, заявив: «Утверждение о том, что Солнце находится в центре мироздания и неподвижно, нелепо, ложно с философской точки зрения и еретично по форме, ибо противоречит священному писанию... Утверждение о том, что Земля не является центром мира и не стоит на месте, а совершает за сутки один оборот, также нелепо... и еще больше противоречит вере». Вскоре после этого, 5 марта, святая конгрегация индекса издала следующий декрет:

«Поскольку вышеупомянутой конгрегации стало известно, что ложное, полностью противоречащее священному писанию учение пифагорейцев о движении Земли и неподвижности Солнца, которое проповедуют Николай Коперник во «Вращениях небесных сфер» и Дидак Астуник в «Ком-

ментариях на Иова» ныне разошлось и принято многими... дабы учение этого рода не распространялось далее, нанося ущерб католической истине, конгрегация считает целесообразным временно изъять из обращения названные выше книги... до тех пор, пока в них не будут внесены исправления».

В середине мая 1620 г. секретарь той же конгрегации огласил подробный список изменений и поправок, которые надлежало внести в *De Revolutionibus*, а также следующее «Предостережение святой конгрегации читателям Николая Коперника...»:

«Святая конгрегация индекса постановила, что произведение известного астролога Николая Коперника «О вращениях сфер» должно быть полностью осуждено, ибо он излагает взгляды на положение и движение земного шара, противоречащие священному писанию и его истинно католическому толкованию, не как гипотетические (что также не терпимо в христианине), а осмеливается выдавать их за наиболее отвечающие истине. Однако поскольку названное произведение содержит много полезных для всеобщего сведения вещей, конгрегация единогласно приняла решение о том, что изданные до сего дня книги Коперника могут быть разрешены..., если в них будут внесены исправления согласно прилагаемому образцу... Печатать книгу Коперника впредь разрешается лишь после внесения указанных ниже исправлений и с данным «Напоминанием», помещаемым перед предисловием Коперника...»

Разумеется, трудно себе вообразить, чтобы кто-нибудь стал вносить в книгу Коперника исправления, требуемые церковными властями, ибо труд астронома утратил бы весь

смысл и потерял бы свое значение. Не нашлось никого, кто взял бы на себя выполнение этой малопочетной задачи. В результате *De Revolutionibus* остались в списке запрещенных книг, которые правоверные католики не имели права читать под угрозой церковных кар, ни тем более распространять и пропагандировать содержащиеся в них взгляды.

В этих условиях Галилей уже не мог открыто выступать как сторонник и поборник теории Коперника. Он умолял, но потихоньку все же продолжал накапливать аргументы, подтверждающие ее правильность.

Интересы Галилея не ограничивались одной лишь астрономией. Его очень интересовала физика, в особенности законы движения и свободное падение тел. Будучи наблюдательным экспериментатором, Галилей обнаружил ошибочность основных утверждений Аристотеля, прежде всего тех, в которых говорилось о свободном падении тел, и сформулировал свой вывод о том, что вопреки мнению Аристотеля скорость падения не зависит от веса тела.

Справедливости ради необходимо заметить, что Галилей не первым пришел к подобному выводу. До него в 1586 г. к такому же заключению пришел уже упоминавшийся в предыдущей главе Симон Стевин. По-видимому, результаты Стевина не были известны Галилею. Кроме того, ему удалось продвинуться дальше, численно выразив закон ускоренного движения тела при падении. Этот закон он применил к анализу движения летящего снаряда, разложив его движение на равномерное движение по горизонтали и ускоренное движение по вертикали, что дало ему возможность построить правильную картину полета брошенного тела, близкую к реальной. Зависимость между

периодом колебаний и длиной маятника также была открыта Галилеем.

Своими физическими исследованиями Галилей заложил основы новой механики. Невозможно сколько-нибудь подробно перечислить заслуги Галилея перед физикой, однако можно высказать одно общее утверждение. Галилей был исследователем, мыслившим широко и независимо, опиравшимся в основном на экспериментальные факты и не сковывавшим свободы своих суждений взглядами авторитетов древности во главе с Аристотелем. Галилей не ограничивался одним лишь собиранием фактов и, стремясь раскрыть истинную картину того или иного процесса, использовал при описании явлений и взаимосвязи между ними математический метод.

Свои взгляды на науку Галилей четко сформулировал в вышедшей в 1623 г. работе *Il Saggiatore* [Пробирных дел мастер]:

«Философия записана в огромной книге, раскрытой перед нашими глазами. Однако нельзя понять книгу, не зная языка и не различая букв, которыми она написана. Написана же она на языке математики, а ее буквы — это треугольники, окружности и другие геометрические фигуры, без помощи которых ум человеческий не может понять в ней ни слова; без них мы можем лишь наугад блуждать по темному лабиринту»*.

В трактате *Il Saggiatore* были затронуты многие физические проблемы, и хотя Галилей не дал их всестороннего решения, тем не менее и это произведение внесло свой вклад в борьбу с устаревшими взглядами и способствовало укреплению основ нового естествознания. Написанное с

* См. примечание на стр. 256 (стр. XII).

блеском, простым и ясным стилем, окрашенное тонким и подчас язвительным юмором, это произведение пользовалось большим успехом. Даже папа Урбан VIII, которому была посвящена книга, уже давно высоко ценивший астрономические открытия Галилея, приказал читать ее за трапезой.

Когда *Il Saggiatore* начал свой путь к читателям, его автор закончил работу над новой книгой, в которой стремился изложить проблемы строения Вселенной. По первоначальному замыслу этой книгой должен был быть трактат на латыни *De systemate seu constitutione universi* [О системе, или устройстве, мира], однако впоследствии Галилей решил писать на языке, понятном всем читателям, итальянском. Ученый хотел, чтобы новый его труд, как и *Il Saggiatore*, был доступен как можно более широкому кругу читателей, ибо верил, что простой человек в состоянии постигнуть принципиальные основы научных проблем. «Не следует думать, — писал Галилей в одном из писем, — будто простолудинам, крестьянам или плебеям, недостает чего-то большего, нежели благоприятный случай. И они могли бы вышколить и изощрить свой ум и способность к суждению. Лишь отсутствие школы служит причиной, по которой они кажутся менее сообразительными, нежели люди благородного происхождения»*.

Таким образом, Галилей стал не только естествоиспытателем, идущим своим, не проторенным путем, и распространителем новых взглядов в научной среде, но и популяризатором знаний. Прекрасный литературный стиль и ясность изложения способствовали распространению новых идей, вынуждая и противников излагать

свои взгляды столь же ясно и четко.

В 1630 г. труд был закончен. На титульном листе его стояло: *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, Ptolemaico e Copernicano* [Диалог о двух главнейших системах мира, птолемеевой и коперниковской]. Как явствовало из самого заголовка, новое произведение Галилея было не сухим научным трактатом, а было написано в форме беседы с популярным изложением важных проблем. Книга состояла из четырех частей, соответствующих четырем дням диспута, каждый из которых был посвящен обсуждению новой темы. В первый день участники диалога обсуждали земные и небесные явления, во второй — суточное вращение Земли, в третий — обращение Земли вокруг Солнца, в четвертый — теорию приливов. Выводы первых трех дней вполне правильны, зато предлагавшееся в четвертой части объяснение приливов и отливов не выдерживает критики: Галилей пытался объяснить это явление как следствие движения Земли, причем как вращения Земли вокруг собственной оси, так и обращения вокруг Солнца.

Хотя ошибочная в принципе галилеева теория приливов не стала достоянием науки, в ней можно отметить столь характерное для Галилея стремление доказать движение Земли с помощью простых и понятных аргументов.

В «Диалоге» принимают участие три действующих лица. Один из них, Сальвиати, выступающий в роли сторонника теории Коперника, прибегает к всевозможным доводам, связанным и с открытиями самого Галилея. Таким образом, устами Сальвиати излагает свою точку зрения сам автор. Его оппонент, Симплицио, отстаивает птолемееву систему и взгляды Аристотеля. Третий участник беседы, Саг-

* См. примечание на стр. 256 (стр. XI).



Титульный лист «Диалога» Галилея

редо, занимает нейтральную позицию и признает правой ту сторону, которая в данный момент может наиболее убедительно обосновать свои утверждения. Особенно понятными оказываются для Сагрето аргументы, подтверждающие правильность теории Коперника.

Любопытно отметить, что двое из трех действующих лиц имели реальные прототипы: Филиппо Сальвиати и Джованни Франческо Сагрето — подлинные имена венецианских друзей Галилея, которых ко времени написания «Диалога» уже не было в живых. В бытность Галилея в Венеции они нередко говорили и спорили на научные темы. Как писал Галилей в предисловии «Благоразумному читателю», «я решил для прославления их имени попытаться, насколько хватит моих слабых сил, заставить их жить на этих страницах, сделав участниками настоящих бесед»*.

В отличие от Сагрето и Сальвиати Симпличио был личностью от начала до конца вымышленной, хотя в предисловии, обращенном к «Благоразумному читателю», Галилей и обронил замечание о том, что в Венеции он «часто имел случай обсуждать упомянутые выше вопросы в присутствии одного философа-перипатетика, которому, как кажется, ничто так не пренятствовало в познании истины, как слава, приобретенная им в истолковании Аристотеля»**. Имя свое третий участник бесед получил «по причине крайней приверженности к комментариям Симплиция»***, ибо Галилей считал уместным, «не называя его собственного имени, заставить его

выступать под именем чтимого всеми автора». В словах этих слышится легкая нотка иронии Галилея, что, впрочем, вряд ли может удивить нас.

Итак, Сальвиати, Симпличио и Сагрето в течение четырех дней обсуждают различные астрономические и физические темы, причем нельзя не отметить, что верх в этой дискуссии в действительности одерживают сторонники гелиоцентризма. Однако Галилей помнил о запрете инквизиции и ловко обходил запрещенную тему. Не раз он умышленно запутывал выводы, чтобы не выдать своих истинных убеждений, а в конце даже формально признал победу сторонников геоцентрической системы: лишенный возможности открыто отстаивать гелиоцентризм, Галилей стремился хотя бы неявно, исподволь изложить аргументы, свидетельствующие в его пользу.

Несмотря на столь хитроумное завершение диспута, получить от церковных властей разрешение на публикацию «Диалога» оказалось не так-то просто, что, впрочем, вполне понятно: ведь тема, обсуждаемая участниками «Диалога», столь опасна, а аргументы, подтверждающие правильность теории Коперника, выглядят столь внушительно! Спасли положение два обстоятельства: блестящая репутация Галилея как ученого и поддержка великого герцога Тосканского. После долгих переговоров желанное разрешение было, наконец, выдано, хотя кое-чем пришлось поступиться: внести в текст несколько незначительных поправок и добавить насильно навязанное предисловие. В феврале 1632 г. «Диалог» вышел из печати во Флоренции.

Галилей одержал победу, но недолго мог он радоваться своему успеху, ибо его книга по-прежнему продолжала вызывать нарекания у инкви-

* Галилео Галилей, *Диалог о двух главнейших системах мира, птолемеевой и коперниковской*, Гостехиздат, М.—Л., 1948, стр. 23.

** Там же, стр. 23.

*** Там же.

зиции. Если отвлечься от формального и чисто внешнего признания доводов геоцентризма, аргументы, приводимые в «Диалоге» в подкрепление позиций гелиоцентризма, были столь вескими и неопровержимыми, что неизбежно должны были убедить любого мало-мальски мыслящего человека. Лишь теперь церковные власти в полной мере оценили все красноречие «Диалога» и выступили против книги, невзирая на то, что она была опубликована с их ведома и одобрения. Известную роль сыграли и некоторые личные антипатии. С нападками на Галилея выступили иезуиты, с которыми он успел несколько испортить отношения. Один из иезуитов, математик Гринбергер, открыто признавал, что «если бы Галилей сумел не утратить благосклонность отцов сей коллегии, то пользовался бы мирской славой, не знал бы себе ни забот, ни волнений и мог бы писать на любую тему даже о движении Земли»*. Против ученого был настроен и папа Урбан VIII, который еще не так давно столь высоко ценил книгу «Пробирных дел мастер». Папу задело, что Галилей высказал свое мнение о причинах приливов и отливов, отличное от официально одобренного. Приняв во внимание все перечисленные выше «вины», инквизиция осудила «Диалог» и призвала Галилея виновным в ереси и нарушении декрета от 5 марта 1616 г. Инквизиция постановила уже напечатанный тираж книги сжечь, а сам «Диалог» внести в список запрещенных книг.

В начале 1633 г. Галилей был вызван в Рим, где должен был предстать перед трибуналом инквизиции. Семидесятилетний ученый был в это время болен и поэтому просил дать

ему хотя бы небольшую отсрочку или провести заседания трибунала на месте, во Флоренции. Однако члены трибунала отклонили его прошение и пригрозили, что если он не явится добровольно, то будет доставлен в кандалах и под конвоем. Не рассчитывая на помощь молодого, лишь недавно взошедшего на престол и во всем послушного воле церкви великого герцога Тосканского Фердинанда II, ученый подчинился и, невзирая на суровые зимние условия, отправился в путь. В Риме Галилей остановился у тосканского посла, оказавшего ему любезный прием. Вскоре началось следствие, на время которого Галилей был заключен в тюрьму. Как с ним там обходились, подвергался ли он там пыткам или нет, неизвестно. Достоверно известно лишь одно: нескольких месяцев заключения оказалось достаточно для того, чтобы склонить ученого к отречению от своей «ереси» и даже к согласию написать продолжение «Диалога» — один или два дня, — дабы устранить у читателей все сомнения в правильности геоцентрической теории. По-видимому, Галилей опасался разделить участь Джордано Бруно.

Наивысший момент в драме Галилея наступил 22 июня 1633 г. в доминиканском монастыре «Святой Марии над Мпнервой». Ученый, одетый в покаянное одеяние, стоя на коленях, публично отрекся от познанной им истины. Текст отречения гласил:

«Я, Галилей, сын Винченцо Галилея из Флоренции, 70 лет от роду, лично представ перед трибуналом, на коленях и в покаянном одеянии, перед лицом наидостойнейших и преподобнейших господ кардиналов, великого инквизитора и всего христианского мира, осуждая преступные ереси и имея пред своими глазами свя-

* Предисловие к польскому изданию «Диалога», стр. XII.



Сожжение еретика на костре

тейшее евангелие, коего я касаюсь собственными руками, клянусь, что всегда верил, верю ныне и с божьей помощью буду верить впредь во все, чего придерживается, что проповедует и чему учит святая католическая и апостольская церковь.

Несмотря на то что святой официум* напомнил мне и с полным основанием указал, дабы я порвал с ложным мнением, будто Солнце находится в центре мироздания и стоит недвижимо, а Земля не находится в центре мироздания и движется, и до сведения моего было доведено о том, что учение это противоречит священному писанию, я написал и опубликовал в печати книгу, в которой рассмотрел вышеуказанное и уже запрещенное тогда учение и в подтверждение его привел весьма убедительные аргументы без какого бы то ни было разрешения. Когда об этом стало известно, меня сильно заподозрили в ереси, а именно в том, что я утверждал и верил, будто недвижимое Солнце покоится в центре мироздания, а Земля не стоит в центре мироздания и находится в движении.

От души желая извергнуть из умов ваших преподобий и каждого истинного христианина то сильное подозрение, какое мною вполне заслужено, я с чистым сердцем и искренней верой отрекаюсь, проклинаю и осуждаю перечисленные выше заблуждения и ереси и все прочие заблуждения и ереси или раскольнические течения, противные святой церкви. Клянусь, что впредь не буду нигде проповедывать или утверждать ни словом, ни в своих сочинениях такие вещи, которые могли бы возбудить

* Официум (от лат. Sanctum Officium — святое судилище) — римская инквизиция, учрежденная папской буллой *Licet ad inito* (Хотя изначально) 21 июля 1542 г. — *Прим. перев.*

против меня подобное подозрение, а ежели мне станет известно о каком-нибудь еретике или подозреваемом в ереси, то донести о том святому официуму либо инквизиторам, либо епископу того места, где я буду находиться.

Клянусь в том и обещаю, что целиком и полностью исполню любое наказание, которое наложено или будет наложено на меня святым официумом. Если же (от чего да хранит меня бог) я нарушу какое-нибудь из своих обещаний и скрепленных клятвой обязательств, то да подвергнусь я всем карам и казням, какие по святым канонам и прочим общим или особым законам установлены и оглашены для подобных преступников. В том да поможет мне бог и святое евангелие, коего я касаюсь своими руками.

Я, вышеназванный Галилео Галилей, отрекаясь, клянусь, обещаю и обязуюсь выполнять все сказанное мной, в подтверждение чего собственноручно подписал акт своего отречения и прочитал его слово в слово в Риме в общине Минервы 22 июня 1633 г.*.

По преданию, Галилей, прочитав насильственно вырванное у него отречение от своих «еретических» взглядов, согласно которым Земля движется, неслышно шепнул про себя: «*Erripit si tuove* [А все-таки она движется]!».

Вскоре после процесса великий римский инквизитор писал инквизитору Венеции:

«Хотя трактат Николая Коперника «О вращениях небесных сфер» был запрещен конгрегацией индекса., Га-

* Польское издание «Диалога», стр. XV—XVI.

лилей все же осмелился написать свою книгу... За это он был посажен в тюрьму и подвергнут... разным душепосыательным наказаниям».

Держать в тюрьме лицо, пользовавшееся такой известностью как Галилей, инквизиции было трудно, тем более, что ученый выполнил все требования инквизиционного трибунала и отрекся от своих взглядов. Тем не менее предоставить Галилею полную свободу, по-видимому, казалось инквизиторам слишком рискованным, и они, выпустив его из тюрьмы, сильно ограничили его личную свободу. До конца дней великий ученый оставался под неусыпным надзором инквизиции. Первое время он жил под Римом, затем ненадолго переехал в Сиену, а под конец жизни — в Арчетри близ Флоренции. Всюду, где бы он ни находился, за ним устанавливали наблюдение. Он не имел права покидать то место, где жил, а переезжать в другой город мог лишь с разрешения инквизиции. Ему запрещалось встречаться с другими учеными. Ученый был полностью изолирован и не мог следить за развитием современной ему научной мысли. Лишь несколькими ученикам разрешалось навещать его.

Для столь деятельной натуры, как Галилей, такие условия были особенно тяжелыми. Об этом он сам поведал в письме, отправленном им в 1636 г. польскому королю Владиславу IV, которому он послал линзы для телескопа.

«По мере своих сил, — писал Галилей, — я стремился сделать приятное Вашему королевскому величеству, хотя я все еще пребываю в тюрьме, в которой нахожусь в течение вот уже трех лет по приговору святого официума за то, что опубликовал диалог о двух системах, птолемеевой и ко-

перниковской, с ведома и позволения того же самого святого официума... Мне известно, что экземпляры этой книги достигли и ваших краев. Ваше королевское величество и его ученые могли бы поэтому сами судить, сколь истинно утверждение о том, будто в этой книге изложено учение более возмутительное, омерзительное и пагубное для христианина, нежели все, о чем говорится в книгах Кальвина, Лютера и всех еретиков вместе взятых. Тем не менее убеждение это так глубоко проникло в сознание папы, что моя книга запрещена, а я покрыт позором и заключен в тюрьму с ведома его святейшества, то есть навсегда» *.

Обреченный на полную духовную изоляцию, Галилей не прекратил работы, занимаясь в основном физическими проблемами. В области астрономии следует отметить открытие им в 1637 г. либрации Луны **, но основным его произведением тех лет были *Discorso e dimostrazione matematiche intorno a due nuove scienze attenti alla meccanica e ai movimenti locali* [Беседы и математические доказательства о двух новых науках, относящихся к механике и относительному движению]. Трактат был издан в 1638 г. в протестантском Лейдене.

Галилей был уже дряхлым стариком, работать становилось все тяжелее. Тюрьма подорвала его здоровье.

* Польский перевод «Диалога», стр. XVI—XVII.

** Вследствие неравномерного движения Луны по эллипсу и равномерного вращения вокруг собственной оси земному наблюдателю кажется, что Луна покачивается из стороны в сторону («либрация» означает «качание») и открывает при этом то на востоке, то на западе узкие полосы своей поверхности, обычно не наблюдаемые с Земли.

ослабила его зрение. В конце 1637 г. произошла катастрофа: ученый ослеп.

«Галилей, ваш друг и покорный слуга, — читаем мы в его письме от 2 января 1638 г. к одному из друзей, — с месяц назад окончательно и бесповоротно ослеп. Можете представить себе, Ваша милость, какая скорбь охватывает меня, когда я сознаю, что то небо, те просторы и та Вселенная, которые я с помощью моих удивительнейших наблюдений и ясных рассуждений увеличил в сто и в тысячу раз по сравнению со всем виденным учеными прошлых веков, ныне настолько сузились и уменьшились для меня, что не проникают да-

же в тот скромный участок пространства, который занимает моя особа» *.

Ослепший Галилей, не имея возможности писать самостоятельно, диктовал свои мысли и письма своим ученикам. Спустя четыре года, 8 января 1642 г., великий ученый, выдающийся астроном и физик, непревзойденный пропагандист идей Коперника, личность, выдающаяся и одновременно трагическая, умер. Он жил и творил в эпоху, когда высказывать прогрессивные и независимые взгляды было отнюдь не легко.

* Польский перевод «Диалога», стр. XXIV.



22. ГАРМОНИЯ МИРА

...Из достойных изучения естественных вещей на первое место, по моему мнению, должно быть поставлено изучение устройства Вселенной.

Галилео Галилей «Диалог о двух главнейших системах мира».

Предисловие «К великому герцогу Тосканскому»

В ту же эпоху, когда Галилей совершал свои открытия и пропагандировал теорию Коперника в Италии, на землях германской империи в аналогичном направлении развивалась деятельность Иоганна Кеплера. И хотя ученых разделяли сотни километров и различия в складе ума и методе исследования, их тем не менее объединяла глубокая убежденность в правильности гелиоцентрической теории, распространению которой оба старались способствовать по мере своих сил.

Иоганн Кеплер родился 27 декабря 1571 г. в лютеранской семье в небольшом городке Вейль-дер-Штадте герцогства Вюртембергского и воспитывался в трудных условиях. Отец его был наемным солдатом, ландскнехтом, и годами пропадал без вести. Мать иногда уезжала вместе с отцом, и мальчик оставался под суровой опекой деда и бабушки. Будущий астроном был хилым ребенком и до конца жизни отличался слабым здоровьем, но обладал необыкновенными способностями и прилежанием. В 1589 г. Кеплер поступает в Тюбингенский университет с намерением стать священником. Как обычно, занятиям теологией предшествовал курс свободных искусств. Во время прохождения этого курса Кеплер среди прочего изучил математику и астрономию,

проявив к этим наукам большие способности и интерес.

Преподавателем астрономии у Кеплера в Тюбингене был уже упоминавшийся ранее Михаил Местлин, ученый, обладавший глубокими познаниями в астрономии, сторонник учения Коперника и в то же время ревностный протестант и неоплатоник. Взгляды учителя, несомненно, оказали влияние на формирование молодого Кеплера как ученого. Окончив факультет свободных искусств, Кеплер приступил к занятиям теологией, но завершить их не успел, поскольку по рекомендации университета стал преподавателем математики в протестантской школе города Грац в Штирии и одновременно — математиком провинции, в обязанности которого, помимо всего прочего, входило составление календарей с различными астрономическими сведениями и астрологическими предсказаниями.

Интерес к астрономии, зародившийся еще в Тюбингене под влиянием Местлина, привел к тому, что Кеплер вскоре после прибытия в Грац занялся астрономическими проблемами. Кеплер по примеру пифагорейцев и неоплатоников пытался найти гармонию в устройстве мира. Результат своих изысканий он опубликовал в 1597 г. в небольшой книжке *Prodromus dissertationum cosmographicarum*

continens mysterium cosmographicum de admirabili proportione coelestium orbium, deque causis coelorum numeri, magnitudinis, motuumque, periodicorum genuinis et propriis, demonstratum per quinque regularia corpora geometrica [Предвестник космографических исследований, содержащий тайну мироздания относительно чудесных пропорций между небесными кругами и истинных причин числа и размеров небесных сфер, а также периодических движений, изложенный с помощью пяти правильных тел], более известной под сокращенным названием *Mysterium Cosmographicum* [Тайна мироздания]. Стремясь обосновать гелиоцентрическую систему и найти некую специфическую взаимосвязь между геометрией и астрономией, Кеплер попытался вывести закон, определяющий расстояния от планет до Солнца, из радиусов сфер, попере-

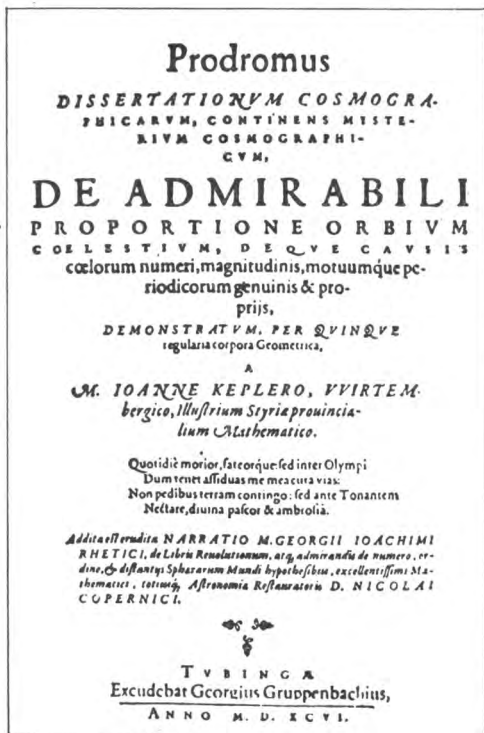
менно вписываемых и описываемых вокруг пяти правильных тел. Вокруг сферы Меркурия он описал октаэдр, через вершины которого провел сферу Венеры. Вокруг сферы Венеры Кеплер описал икосаэдр, в свою очередь вписанный в сферу Земли; вокруг сферы Земли описал додекаэдр, через вершины которого проходила сфера Марса, вписанная в тетраэдр. Вершины тетраэдра лежали на сфере Юпитера, вокруг которой был описан куб. Наконец, через вершины куба проходила сфера Сатурна. Из того факта, что существует лишь пять правильных многогранников, Кеплер сделал вывод о том, что в природе может существовать лишь шесть планет.

Расстояния от отдельных планет до Солнца, полученные с помощью столь хитроумной комбинации сфер и правильных тел, достаточно хорошо передавали истинные расстояния между планетами и Солнцем, хотя и несколько расходились с расстояниями, вычисленными Коперником, чего сам Кеплер отнюдь не скрывал.

Мистический характер носили и взгляды Кеплера на причины движения планет. Кеплер считал, что планетами управляет «небесный разум», или «духовная сила», и заходил при этом так далеко, что даже приписывал души планетам. Создав описанную выше модель мира, Кеплер полагал, что ему удалось открыть тайну строения Вселенной, проникнуть в сокровенные планы, которыми руководствовался бог при сотворении мира. Прибегая к аргументам то астрономического, то астрологического характера, Кеплер в своей первой книге разбивал мистические астрономо-астрологические спекуляции, в которых тезис о сотворении мира богом не подвергался ни малейшему сомнению. Такого рода теологические отступле-



Иоганн Кеплер



Титульный лист «Тайны мироздания» Кеплера

ния придавали работе характер мистической фантазии.

Необходимо, однако, заметить, что в «Тайне мироздания» содержалось и одно важное научное утверждение. «Подобно тому как источник света находится в Солнце, — писал Кеплер, — сама первопричина движения также находится в месте, занимаемом Солнцем, причем вне всякого сомнения — в его центре, и, таким образом, Солнце является одновременно вместилищем жизни, движения и мировой души». Если отбросить здесь все мистические наслоения, то перед нами предстанет утверждение о том, что Солнце находится в центре мира, то-

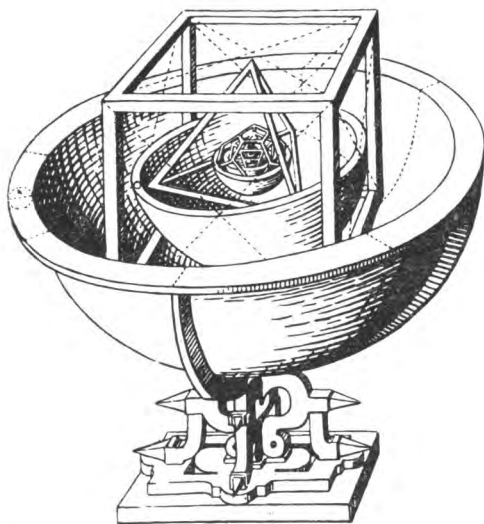
гда как у Коперника оно находилось лишь вблизи центра мира.

Большое значение имело также и издание по инициативе Местлина в виде дополнения к «Тайне мироздания» *Narratio prima* Ретика. Таким образом, «Тайна мироздания» открыто пропагандировала гелиоцентрическую теорию Коперника.

Необходимо подчеркнуть, что Кеплер с самого начала был решительным и последовательным сторонником учения Коперника. Был у Кеплера и собственный экземпляр *De Revolutionibus*, дошедший до него через посредничество некоего Иеронима Шрейбера, как о том свидетельствует посвящение Петрейуса. Любопытно заметить, что название предисловия в кеплеровском экземпляре было написано от руки и гласило: *Andreas Osiander ad lectorem de hypothesisibus huius operis* [Андрей Осиандер — читателям о гипотезах, изложенных в данной книге]. В 1598 г. Кеплер от руки написал на своем экземпляре предисловие в форме диалога, в котором воздавал хвалу знаменитому произведению Коперника и выражал пожелание, чтобы его книга, как того и желал сам автор, получила распространение среди ученых.

«Тайна мироздания» была встречена по-разному, однако в целом кеплеровские геометрические и мистические спекуляции не получили признания. Более того, было ясно, что расстояние от планет до Солнца надлежит искать не на пути математических спекуляций, а с помощью наблюдений и измерений. Мнение это разделял и Тихо Браге, однако, видя несомненное дарование Кеплера, он предложил начинающему ученому место сотрудника в своей обсерватории близ Праги.

Предложение Браге пришлось как нельзя более кстати, ибо положение



*Кеплеровская модель планетной системы
из «Тайны мироздания»*

Кеплера как протестанта резко ухудшилось. Протестанты в Граце первое время не подвергались преследованиям, но в 1598 г. эрцгерцог Фердинанд издал указ, по которому все местные протестанты должны были покинуть город. В отношении Кеплера, уже тогда пользовавшегося установившейся репутацией ученого астронома и математика, указ не был применен, однако в конце концов и ему неизбежно пришлось бы оставить Штирию. В середине 1600 г. Кеплер принял приглашение Браге и переехал в Прагу.

В Праге Кеплер стал помощником Браге. Они плохо подходили друг к другу. Браге, высокородный вельможа, любил пиры и развлечения, мещанин Кеплер был тихим и не отличался особенно крепким здоровьем. Браге выше всего ценил наблюдения и имел свою собственную теорию строения мироздания. Кеплер же был склонен к мистицизму и теоретическим умозаключениям, хотя в вопросах

строения мира придерживался теории Коперника. В результате, как и следовало ожидать, отношения между обоими учеными были далеко не безоблачными. Кеплер жил в тяжелых материальных условиях. В одном из писем к другу он жаловался:

«Здесь ни в чем нельзя быть уверенным. Тихо — это человек, с которым нельзя общаться, не рискуя нарваться на тяжкие оскорбления. Мне было обещано великолепное содержание, но казна пуста и жалования мне не платят».

Как видно из этого отрывка, новое положение не обеспечивало Кеплеру даже сносных условий существования. Заботы о хлебе насущном так и не оставили ученого до конца его жизни. Чтобы хоть как-то свести концы с концами, Кеплеру нередко приходилось заниматься астрологией, составлять календари с астрологическими предсказаниями и гороскопы. Однако не это он считал своим главным занятием. Астрология служила лишь средством, позволяющим зарабатывать на жизнь, как о том свидетельствует следующий отрывок из письма Кеплера к одному из друзей: «Лучше издавать альманахи с предсказаниями, чем выпрашивать подавание».

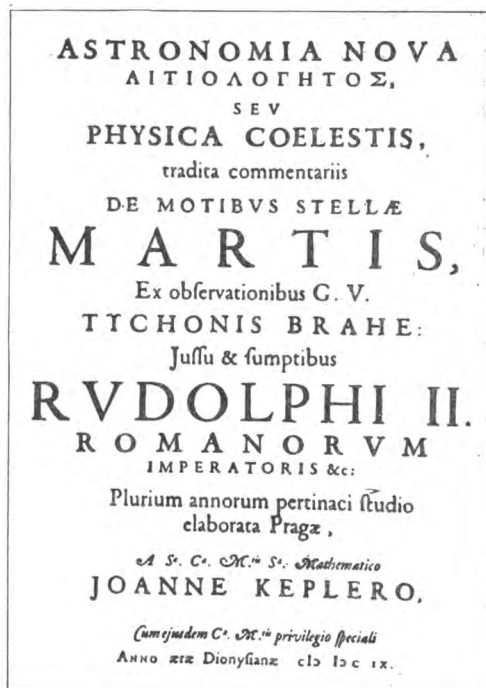
В начале сентября 1601 г. Тихо Браге представил Кеплера императору Рудольфу II, который официально поручил ему вместе с Браге участвовать в работе по составлению новых таблиц движения планет, которую Браге уже давно планировал. На этой же аудиенции Браге испросил у императора разрешение назвать будущие таблицы рудольфовыми. Несколько недель спустя, 24 октября 1601 г., после непродолжительной болезни Браге скончался. Перед смертью он обратился к Кеплеру с просьбой довести до конца обработку накопленных им наблюдений и соста-

вить таблицы на основе его теории строения мира.

Итак, Кеплер стал обладателем бесценных наблюдений Браге, самых надежных и многочисленных в Европе. Именно эти наблюдения и позволили ему впоследствии вывести свои знаменитые законы движения планет, имеющие фундаментальное значение для астрономии. Нет сомнения в том, что без Браге и данных его наблюдений Кеплер не сумел бы столько сделать и заведомо не смог бы выйти за рамки спекуляций в духе *Mysterium Cosmographicum*. Получив после смерти Браге в качестве его преемника титул «математика его императорского величества», Кеплер вплотную занялся обработкой бесценных наблюдений. Однако наибольшие усилия он приложил к начатой еще при жизни Браге и по его поручению обработке данных, относящихся к движению Марса. В связи с этой и другими проблемами Кеплер был вынужден заняться различными вопросами астрономической оптики, в том числе и теорией дифракции.

В 1604 г. он опубликовал работу *Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur...* [Дополнения к Вителло*, в которых излагается оптическая часть астрономии...]. В этой работе Кеплер дал правильное объяснение рефракции как преломления света при переходе извнеземного эфира в атмосферу. Кеплер пришел к правильному выводу о том, что рефракция наблюдается на всех высотах, непрерывно возрастающая от зенита к горизонту. Кеплеровский взгляд на явление рефракции был

* Вителло (ок. 1230 — ок. 1280) — польский ученый из Силезии, естествоиспытатель и математик. Учился в Париже и Падве. Занимался различными проблемами. Особую известность ему принесли его исследования в области оптики.



Титульный лист «Новой астрономии»
Кеплера

диаметрально противоположен взгляду Браге, который не только считал, что рефракция обусловлена парами, находящимися в верхних слоях атмосферы, но и утверждал, будто при высоте, превышающей 45° над горизонтом, рефракция вообще не наблюдается.

«Дополнения к Вителло» Кеплера, хотя и содержали правильную концепцию, затрагивали различные вопросы практики астрономических наблюдений, а не фундаментальные проблемы астрономии. Последним была посвящена другая работа Кеплера, вышедшая в 1609 г. под названием *Astronomia nova sive physica coelestis tradita commentariis de motibus stellae Martis ex observationibus Tychois*

Brahe [Новая астрономия, или физика небес, изложенная в комментариях к движению планеты Марс по наблюдениям Тихо Браге].

Значение этой работы Кеплера трудно переоценить. «Новая астрономия» положила начало новому подходу к проблемам движения планет. Кеплер хорошо сознавал важность своей работы и поэтому-то и выбрал для нее столь громкое название. Дорога, которую проделала кеплеровская мысль, прежде чем он сформулировал свои эпохальные законы, была длинной и заслуживает того, чтобы мы рассмотрели ее подробней.

При обработке данных о траектории Марса Кеплер первоначально считал, что как Марс, так и Земля движутся вокруг Солнца по эксцентрисическим окружностям. Исходя из этих представлений, Кеплер начал вычислять площади, заметаемые радиусами, проведенными из Солнца как физического центра движения планет в разные точки орбиты. После долгих вычислений ему удалось доказать, что площади, заметаемые за равные промежутки времени, равны. Открытие это по праву стало законом движения планет, который впоследствии получил название второго закона Кеплера.

Однако предположение о том, что Марс обращается вокруг Солнца по круговой орбите, при сравнении наблюдений Тихо Браге с вычисленными положениями в некоторых местах орбиты приводило к расхождению в $8'$. Кеплер, учитывая высокую точность наблюдений Браге, правильно счел такое расхождение недопустимым и решился на необычайно смелый шаг — отказался от круговых орбит. После многих попыток Кеплер в 1605 г. решил воспользоваться эллипсом и получил полное согласие с наблюдательными данными после то-

го, как поместил Солнце в одном из фокусов эллипса. Убедившись, что Марс движется по эллипсу, Кеплер распространил подмеченную им закономерность на движения всех планет и таким образом пришел к формулировке имеющего первостепенное значение закона движения планет, носящего ныне название первого закона Кеплера. Учитывая важность обоих законов, мы приводим их полную формулировку.

Первый закон Кеплера. Любая планета обращается вокруг Солнца по эллипсу, причем Солнце находится в одном из фокусов этого эллипса.

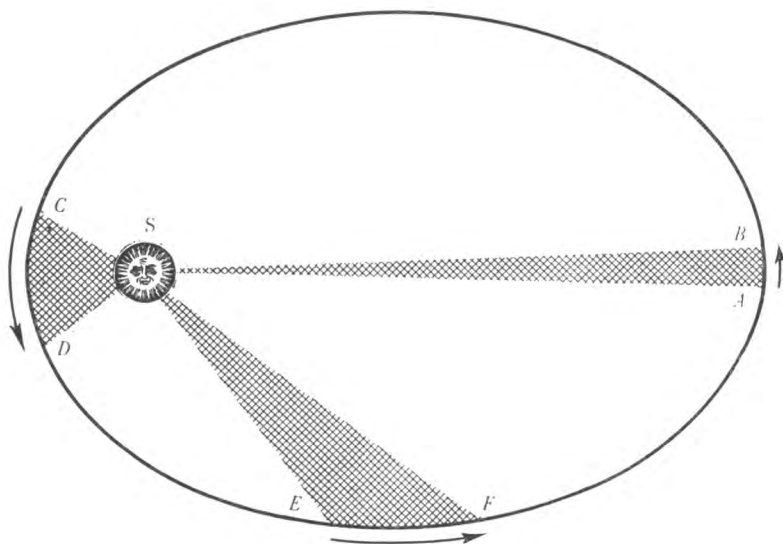
Второй закон Кеплера. Радиус-вектор планеты за равные промежутки времени замечает равные площади.

Первый и второй законы Кеплера позволяют объяснить неравномерность движения планет. Действительно, пусть планета, находясь вдали от Солнца, пробегает за некоторый отрезок времени, например в течение недели, дугу AB . Тогда ее радиус-вектор за тот же промежуток времени заметет сектор ABS . Если бы планета находилась вблизи от Солнца, то ее радиус-вектор в течение недели замел бы сектор CDS , равновеликий сектору ABS , и планета должна была бы за равный промежуток времени пройти дугу CD , длина которой существенно больше длины дуги AB . Следовательно, вблизи от Солнца планета должна двигаться быстрее, вдали — медленнее. Так из системы Коперника были изгнаны все еще оставшиеся в ней малые эпициклы, последний пережиток птолемеевской астрономии, и гелиоцентрическая система обрела свой истинный вид, какой она сохранила до нашего времени.

Помимо двух законов движения планет, сыгравших весьма важную роль в дальнейшем развитии астро-

номии, в «Новой астрономии» содержалась еще одна весьма существенная мысль, отражавшая подход Кеплера к изучению окружающего мира. Уже подзаголовок книги «Физика небес» выражал убеждение автора в том, что астрономия не ограничивается одной лишь геометрией и тригонометрией, но и тесно связана с фи-

его место заняло понятие силы, трактуемое весьма своеобразно. Источником движущей силы планет, по Кеплеру, служит Солнце, которому он приписал вращение. Характерно, что понятие силы у Кеплера не имело ничего общего с гравитацией. Кеплер считал, что Солнце испускает не только свет, но и нематериальную

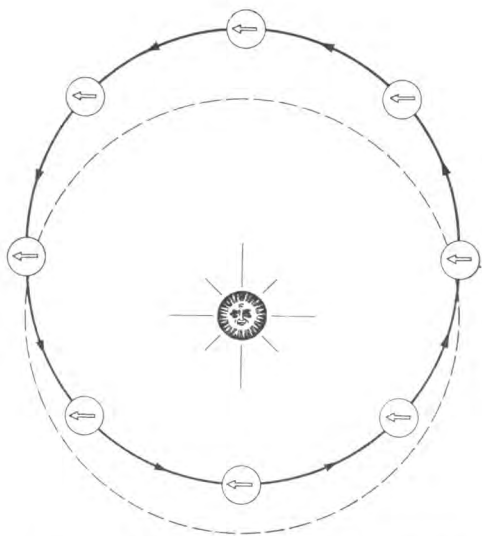


Второй закон Кеплера

зикой. Иначе говоря, геометрическое описание мира само по себе еще не дает полного представления о нем, ибо для объяснения основных законов и причин наблюдаемых явлений необходимо, помимо геометрических, указать еще и определенные физические характеристики изучаемого явления.

Поиски физической картины мира привели Кеплера к отказу от «небесного разума» (он же — «духовная сила» или просто «душа»), управляющего движениями небесных тел —

эманацию, которую он называл *anima motrix* (движущая душа). Именно эта *anima motrix*, поворачиваясь вместе с Солнцем наподобие неких нематериальных стержней, заставляла планеты двигаться по их траекториям. Таким образом, действие *anima motrix* было направлено не вдоль прямой планета — Солнце, а перпендикулярно ей. Однако действующая так *anima motrix* вынуждала бы планеты двигаться по круговым орбитам, в то время как из наблюдений явствовало, что орбиты имеют



Механизм движения планет по Кеплеру

форму эллипсов. Чтобы сохранить эллиптические орбиты, Кеплеру пришлось ввести еще одну силу, которую он, опираясь на открытия и взгляды Вильяма Гильберта, отождествил с магнетизмом. Следуя примеру английского ученого, Кеплер не только рассматривал Землю как огромный магнит, но и считал, что все другие небесные тела также представляют собой магниты. Магнитные силы, то отталкивающие, то притягивающие, по мысли Кеплера, должны были превратить круговые орбиты в эллиптические. Схема механизма движения планет по Кеплеру изображена на рисунке.

Нельзя не отметить и то, что в кеплеровской модели все движущие планету силы действуют в плоскости движения, которая приблизительно совпадает с плоскостью солнечного экватора. Кеплер считал, что величина силы обратно пропорциональна расстоянию до Солнца, а для того, чтобы Солнце могло покоиться в цент-

ре планетной системы, отказался от мысли о гравитационном взаимодействии тел, ибо тогда Солнце должно было бы как-то перемещаться под действием планет. Хотя само понятие притяжения не было совсем незнакомо Кеплеру, в разработанной им схеме движения планет действие притяжения было необходимо лишь для того, чтобы небесные тела не разбежались в разные стороны.

Кеплеровская концепция движения планет была достаточно остроумной, но все же оказалась неверной и не получила признания у астрономов. Однако стремление Кеплера к объяснению движения небесных тел действием физической силы, а не какими-то неясными причинами нематериального характера уже знаменовало собой провозглашение небесной механики и явилось важным этапом на пути перехода от примитивных религиозных воззрений к научной картине мира.

Кеплер, несмотря на то, что он был верующим протестантом, решительно и последовательно выступал в поддержку выдвинутого еще Коперником требования об освобождении астрономии от засилья теологии. В «Новой астрономии» об этом сказано ясно и определенно:

«На мнения святых о том, что встречается в природе, я отвечу одним словом. В теологии имеет значение авторитет, в философии — разумные доводы. Ведь был же святым Лактанций, который отрицал шарообразность Земли, святым был и Августин, признававший шарообразность Земли, но отрицавший существование антиподов, святой и официум наших дней, признающий малость Земли, но отрицающий ее движение. Для меня же святее всего истина, когда я при всем моем глубоком уважении к

отцам церкви доказываю с помощью философских рассуждений, что Земля имеет форму шара, населена со всех сторон антиподами и занимает среди звезд совсем незаметное и незначительное место» *.

Не удивительно, что, разделяя подобные взгляды, Кеплер высоко ценил открытия Галилея. Получив от императора Рудольфа II экземпляр «Звездного вестника», Кеплер воспринял его с энтузиазмом и в 1610 г. напечатал трактат *Dissertatio cum nuncio sidereo* [Разговор с звездным вестником], в котором описал открытия Галилея, подчеркнув их значение для укрепления позиций теории Коперника и указав на новые возможности, открывающиеся перед астрономией. Много места уделялось в «Разговоре» и описанию устройства телескопа.

Позднее, в работе, сокращенно именуемой «Диоптрика», Кеплер предложил собственную конструкцию телескопа, в котором не только объектив, но и окуляр был собирательной линзой. Такой телескоп вскоре был построен Христофом Шейнером (1575—1650), независимо от Галилея открывшим пятна на Солнце. Предложенный Кеплером тип телескопа стал основной схемой для сохранившихся и в наши дни линзовых астрономических телескопов.

В 1611 г. в жизни Кеплера произошли трагические события. Во время беспорядков и волнений, охвативших страну в связи с отречением императора Рудольфа II и восшествием на престол его брата Матвея (1612—1619), в Праге вспыхнула эпидемия, унеся жена Кеплера и его старшего сына. Резко ухудшились и условия работы. Правда, император Матвей

сохранил за Кеплером титул «математика его императорского величества», но не интересовался ученым и не выплачивал ему жалованья. Астроном вынужден был принять приглашение властей города Линца, предложивших ему пост, аналогичный тому, который он занимал в Граце.

В Линце Кеплер женился во второй раз. Жизнь начала понемногу налаживаться, но вскоре возникли новые неприятности. Кеплер был протестантом, и жители Линца, католики (Австрия была страной католической), смотрели на него косо. Кроме того, в 1615 г. его мать обвинили в колдовстве. Процесс длился 6 лет и закончился вынесением оправдательного приговора. Немалую роль в вынесении оправдательного приговора сыграли усилия, предпринятые самим Кеплером, сделавшим все, чтобы спасти мать. Столь неблагоприятное стечение обстоятельств не остановило его работы, ибо самой сильной у Кеплера была его страсть к исследованиям. В годы невзгод и странствий были написаны новые книги. Среди них на первом месте стоит вышедший в 1619 г. фундаментальный труд *Harmonices Mundi libri V* [Гармонии мира пять книг], в котором Кеплер вновь вернулся к своим первоначальным идеям, изложенным еще в *Mysterium Cosmographicum* и претерпевшим за годы некоторые изменения.

Замысел «Гармонии мира» вынашивался в течение многих лет во время пребывания Кеплера в Праге и Линце. В основу «Гармонии мира» положена идея о том, что движения планет, будучи плодом божественного замысла при сотворении мира, должны нести в себе элементы совершеннейшей гармонии. В поисках этой гармонии Кеплер развивал теорию в трех взаимно пересекающихся областях: в геометрии, музыке и астроно-

* G. Harig, *Die Tat des Kopernikus*, Leipzig — Jena — Berlin, 1965, S. 85.

мии. Небесные тела — Солнце, Луна и планеты, блуждая на фоне звезд, сохраняют вечный лад и гармонию, а их движения могут оказывать влияние на души людей (этим и объясняется то большое значение, которое придавал Кеплер астрологии). Однако особую роль Кеплер отводил душе Земли. Вот что он писал на эту тему: «В душе Земли запечатлена сущность Зодиака и всего небосклона, как нить симпатии между предметами на небе и на Земле. Душа Земли постоянно озарена богом, ибо есть образ божий». Исходя из этой предпосылки, Кеплер предпринял попытки установить связь между явлениями внутри Земли и явлениями, происходящими в живых организмах, пытаясь во всем отыскать аналогии. Так, в приливах и отливах Кеплер видел дыхание Земли, «во многом напоминающее» дыхание рыб, хотя во введении к работе о Марсе (*Astronomia Nova*) сам же недвусмысленно высказал предположение о том, что приливы и отливы морей могут вызываться действием лунного притяжения. Пытаясь найти зависимость между метеорологическими явлениями и положениями небесных тел, Кеплер писал: «Метеорология и музыка... — дети одной отчизны — ...геометрии».

С мистическими рассуждениями Кеплер связал и весьма важную зависимость между периодом обращения планеты вокруг Солнца и расстоянием между планетой и Солнцем. Сам Кеплер сформулировал эту зависимость следующим образом: «Отношение периодов обращения любых двух планет равно отношению их средних расстояний до Солнца, взятому в степени $\frac{3}{2}$ ». Эту зависимость принято называть третьим законом Кеплера, и в наши дни ее формулируют несколько иначе, а именно следующим образом:

Третий закон Кеплера. Квадраты периодов обращений планет относятся между собой, как кубы больших полуосей их орбит.

Открытие третьего закона привело Кеплера в подлинный восторг. В нем он усмотрел выражение давно уже разыскиваемой им гармонии мира. «При виде божественного зрелища небесной гармонии меня охватил неизъяснимый восторг», — писал Кеплер*.

Кеплеру, преисполненному гордости за свою «Гармонию мира», принадлежат следующие слова: «Книга моя может ждать читателя сто лет, ведь ждал же сам господь бог 6000 лет, прежде чем появился человек, проникший в тайны его творения»**.

Три закона Кеплера позволили модернизировать систему Коперника и придать ей ясную, компактную форму. Формулировка этих законов явилась важным вкладом в астрономию и во многом способствовала ее дальнейшему развитию. Другим ценным произведением Кеплера была работа *Epitome Astronomiae Copernicanae* [Сокращение коперниковской астрономии], вышедшая тремя отдельными выпусками в 1618, 1620 и 1621 гг. Книга, задуманная как учебник по астрономии на основе гелиоцентрической системы, излагала сущность теории в виде вопросов и ответов. В ней Кеплер опроверг устаревшие аристотелевские взгляды, доводы, выдвигаемые теологами и учеными-рутинерами против движения Земли, рассмотрел с помощью своего третьего закона устройство планетной системы и изложил собственную концепцию движущих планеты сил, исходящих из

* G. Harig, *Die Tat des Kopernikus*, Leipzig — Jena — Berlin, 1965, S. 86.

** A. Pannekoek, *A History of Astronomy*, London, 1961, p. 244.

Солнца. Не была обойдена молчанием и астрология, вызывавшая в то время всеобщий интерес. Заканчивалась книга рассмотрением звездного неба и прецессии. Ясно и доходчиво написанный учебник во многом способствовал распространению гелиоцентрической теории Коперника. Ясно, что «Сокращение коперниковской астрономии» как нельзя лучше подходило под «Список запрещенных книг».

Имя Кеплера обрело известность. В 1621 г. Венецианская республика предложила ему кафедру математики и астрономии в Падуе, однако Кеплер отказался от столь лестного предложения. Отверг он и выгодное предложение из Англии, не желая расставаться с родиной, хотя ему и было очень нелегко.

Положение Кеплера как протестанта еще более ухудшилось во время Тридцатилетней (1618—1648) войны, которая по существу носила религиозный характер. В 1624 г. палац сжег в Граце календарь, составленный Кеплером. В 1626 г. толпа окружила дом «еретика» в Линце, угрожая Кеплеру самосудом. И хотя Кеплер сохранил титул «математика его императорского величества», но из соображений безопасности он все же был вынужден оставить Линц и бежать на простой телеге.

В 1627 г. Кеплер издал в Ульме *Tabulae Rudolphinae totius astronomicae scientiae a Tycho Braheo primum conceptae et absolutae a J. Kepplero* [Рудольфовы таблицы всей астрономической науки, начатые Тихо Браге, продолженные и завершенные И. Кеплером]. Таблицы эти по точности превосходили все предшествующие таблицы, и астрономы пользовались ими вплоть до конца XVIII в.

В год издания «Рудольфовых таб-

лиц» Кеплер приехал в Прагу, где поступил на службу к Альбрехту Валленштейну (1583—1634), имперскому военачальнику и большому поклоннику астрологии.

С Валленштейном Кеплер встретился еще в 1608 г., когда составлял для него гороскоп. Контакты между ними возобновились в 1624 г., когда Валленштейну, ставшему к тому времени главнокомандующим имперскими войсками, потребовались дополнительные астрологические прогнозы на будущее. Когда Кеплер в конце декабря 1627 г. прибыл в Прагу, Валленштейн проявил заботу о нем, предложив ему поселиться в Сагане. Кеплер принял предложение и в 1628 г. вместе с семьей переехал в Саган.

В 1629 г. университет в Ростоке по рекомендации Валленштейна, к тому времени уже успевшего стать герцогом Мекленбургским, предложил Кеплеру кафедру, но в условиях неутрахающей войны Кеплер не решился принять предложение и остался в Сагане. Когда же начала одолевать нищета, Кеплер (это было осенью 1630 г.) отправился в Регенсбург, чтобы, как считают некоторые, попытаться выпросить у императора причитающееся ему жалование «математика его величества», или по каким-то другим финансовым делам. Дорога из Силезии в Баварию была длинной, погода — самой неподходящей для путешествия, а состояние здоровья Кеплера оставляло желать много лучшего. Внезапно наступило резкое ухудшение. После короткой, но тяжелой болезни 15 ноября того же года в Регенсбурге закончилась тяжелая, полная неустанных трудов жизнь ученого, который, несмотря на самые неблагоприятные условия, сумел достичь столь выдающихся результатов.



23. РОЖДЕНИЕ НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ

...у тел, вращаемых движущей силой, пребывающей неизменной, сроки обращения предустановлены и определены, так что невозможно им стать более долгими или более короткими.

Галилео Галилей «Диалог». День четвертый

В XVII веке условия работы ученых значительно улучшились, что существенно повлияло на дальнейшее развитие астрономии. И хотя не все препятствия, тормозящие прогресс науки, были устранены, тем не менее перемена к лучшему была налицо. В католических странах основной помехой в развитии науки служило непримиримое отношение церкви к гелиоцентрической теории. Запрещение высказывать гелиоцентрические воззрения в публичных выступлениях и в печати, подкрепляемое решительным преследованием сторонников гелиоцентризма инквизицией, затормозило развитие науки в Италии, откуда незадолго до этого новые идеи распространились по всей Европе. Что же касается позиции протестантов по отношению к теории Коперника, то она смягчилась, и под конец протестанты даже начали открыто поддерживать ее.

В протестантских странах огромное значение имел рост городского населения, чьи производственно-торговые интересы, оказывающие положительное влияние на рост благосостояния этих стран, способствовали развитию науки. Особенно заметно указанный процесс происходил в маленькой, но экономически развитой Голландии и в заинтересованной в развитии промышленности, судоходства и торгов-

ли Англии. Даже в католической Франции, где, несмотря на сильную светскую власть, влияние инквизиции было ничуть не меньше, чем в Италии, наблюдались подобные сдвиги. Зато в Германии, опустошенной и ослабленной религиозными и крестьянскими войнами XVI в., Тридцатилетней войной и происшедшим в результате нее раздроблении страны на многочисленные мелкие независимые княжества, условия для развития науки ухудшились. На первое место среди европейских государств вышли Англия, Франция и Голландия.

Немалое значение имел и тот факт, что протестантизм не представлял собой такой монолитной организации, как католическая церковь, и не был столь гибок и изворотлив. Разбитый на отдельные течения, более либеральный по духу, протестантизм не мог быть таким сильным препятствием для развития науки, как католицизм. Не последнюю роль сыграло и отрицательное отношение протестантов не только к католической церкви, но и ко всему, что исходило из Рима. Обусловлено это было не только ненавистью к католической церкви, но и боязнью еще раз оказаться под властью папы.

Отношение протестантов к католицизму ярко проявилось в позиции, занятой ими при обсуждении рефор-

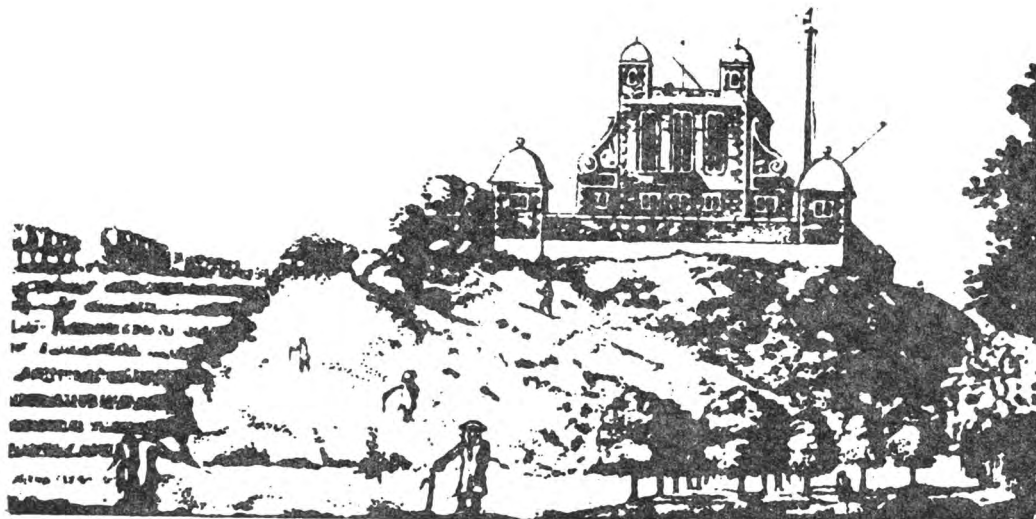
мы календаря, проведенной в 1582 г. папой Григорием XIII. Протестанты выдвинули против нового календаря множество самых различных возражений, подчас совсем вздорных и нелепых. Они отказывались ходить в церковь в дни, назначенные папой, выискивали всевозможные возражения против принципов, положенных в основу нового календаря. Упреки протестантов иногда звучали даже забавно. Так, они обвинили папу Григория XIII в том, что, приказав считать день, следующий за 4 октября 1582 г., сразу 15 октября, он «украл» у христиан 10 дней. Были и такие, которые выражали опасения, что принятие нового календаря введет в заблуждение птиц и те не будут знать, когда им возвращаться.

Однако наиболее образованные протестанты признавали превосходство и практичность нового календаря. Тихо Браге, например, начиная с 1599 г., пользовался новым, григорианским календарем при датировке своих наблюдений. В пользу нового календаря высказался и Кеплер, выступивший в 1613 г. по приглашению императора Матвея с предложением о принятии григорианского календаря на заседании сейма в Регенсбурге. Протестанты решительно противились принятию календаря и в более позднюю эпоху. Лишь в 1700 г. новый календарь был принят под названием «исправленного календаря сейма». От григорианского он отличался лишь тем, что формально основывался на составленных Кеплером, а следовательно, протестантских, «Рудольфовых таблицах» и в нем давался несколько иной способ вычисления дня Пасхи.

Аналогично относились протестанты и к запрещению гелиоцентризма римской католической церковью. Поскольку это запрещение исходило от папы и его окружения, протестанты

не только не чувствовали себя связанными им, но и, наоборот, не признавая его, демонстративно подчеркивали свою независимость от Рима. Протестанты охотно печатали книги, запрещенные инквизицией. Так, например, Маттиас Бернеггер (1582—1640) из Страсбурга, Георг Лингельсхейм (1556—1636) из Гейдельберга и Вильгельм Шикард (1592—1635) из Тюбингена перевели на латинский язык «Диалог» Галилея и напечатали свой перевод вскоре после появления итальянского оригинала, тем самым сделав великое произведение Галилея доступным ученым всех стран Европы.

Развитию науки способствовали и научные общества, которые начали возникать в середине XVII в. Первое такое общество было основано в Англии в 1645 г. Его заседания сначала происходили тайно, ибо в Англии в то время происходила революция, страной правил Оливер Кромвель (1599—1658), а члены общества рекрутировались в основном из среды роялистов. Формально основанное лишь в 1660 г., общество было утверждено в 1662 г. и получило название The Royal Society of London for Improving Natural Knowledge (Лондонское королевское общество поощрения естественных наук). Ему принадлежит выдающаяся роль в развитии естествознания. По примеру Англии в 1666 г. была основана Академия наук во Франции. Французская Академия видела свою миссию в решении не только чисто научных проблем, но и вопросов, имеющих практическое значение. Оба научных общества были окружены заботой своих монархов и правительств, получали от них материальную помощь. Возникли подобные общества и академии и в других странах, однако их значение было меньше. Исторически сложившиеся



Обсерватория в Гринвиче в XVII веке

условия не везде благоприятствовали расцвету науки. Например, основанная в 1657 г. во Флоренции Академия естествоиспытателей (Академия естествоиспытателей) вскоре прекратила свое существование, встретив резкое противодействие со стороны церкви.

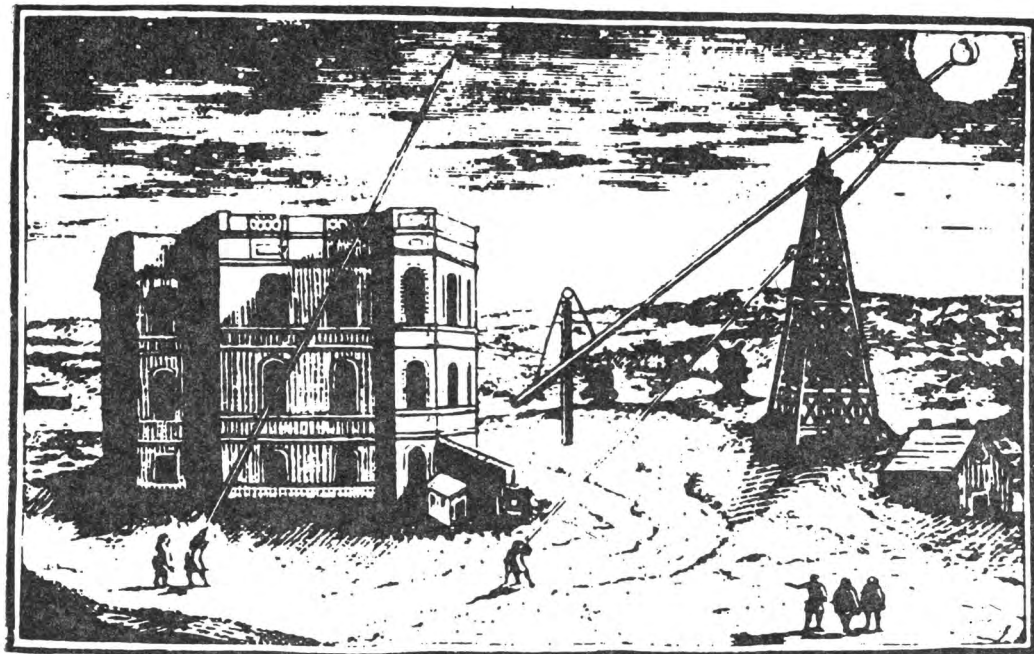
Государства, заинтересованные в развитии судоходства и стремящиеся к установлению своего господства на морях, особое значение придавали развитию астрономии, имеющей первостепенное значение для навигации. «Протекционизм» по отношению к астрономии выражался, среди прочего, в учреждении государственных астрономических обсерваторий. Так, в 1667 г. была основана обсерватория в Париже, а в 1675 г. — обсерватория в Гринвиче под Лондоном. В 1679 г. в Париже начал выходить первый ежегодник для астрономов и мореплавателей под названием *Connaissance des Temps ou des Mouvements Célestes* [Сведения о времени и небес-

ных движениях]. Ежегодник этот продолжает выходить и в наше время.

Совокупность всех перечисленных выше факторов привела к тому, что в XVII веке наука достигла небывалого расцвета, а круг ученых, расширивших своими работами пределы человеческих знаний, оказался намного шире, чем в XVI в.

В области астрономии после результатов, полученных Галилеем и Кеплером, актуальной стала проблема выяснения механизма движений небесных тел. В ее решение внесли вклад несколько ученых. Одним из первых и наиболее знаменитых был француз Рене Декарт (1596—1650), известный также под латинизированным именем Картезий.

После получения начального образования в иезуитском колледже в Ля Флеше Декарт изучал право и медицину, по-видимому, в Пуатье (это точно не установлено). В 1618 г. он завербовался в голландскую армию. В Голландии встретился с естествоис-



Обсерватория в Париже в XVII веке

пытателем Исааком Бекманом (около 1570—1637), ректором латинской школы в Дордрехте, в результате чего интересы Декарта обратились к естественным наукам и математике. Вернувшись во Францию, Декарт в 1626—1628 гг. предпринял попытку сформулировать правила нового метода мышления, основанного на методах математических рассуждений. В 1628 г. в поисках более благоприятных условий работы Декарт снова отправился в Голландию, где провел 21 год, после чего по приглашению шведской королевы Христины переехал в Стокгольм и умер там в 1650 г.

Еще в 1633 г. Декарт закончил большой трактат о Вселенной, в который вошли выводы и результаты его исследований. В основу труда были положены принципы теории Ко-

перника. Однако запрещение церковью гелиоцентрической теории и незадолго до того происшедшее осуждение Галилея удержало ученого от опубликования своей книги. Лишь в 1637 г. он выпустил в свет отдельные части этого труда: *La dioptrique* [Диоптрика], *Les météores* [Метеоры], *La géométrie* [Геометрия], а также посвященное методологическим и философским проблемам *Discours de la méthode* [Рассуждение о методе]. Из более поздних его работ с точки зрения астрономии наибольшее значение имела опубликованная в 1654 г. книга *Principia philosophiae* [Принципы философии], содержавшая подробное изложение взглядов Декарта на строение Вселенной.

В своих философских воззрениях Декарт придерживался крайнего дуа-

лизма материи и духа. Согласно его взглядам, бог сотворил мир и дал ему начальный толчок. Все остальные процессы происходили чисто механически, как в пущенной раз и навсегда машине. Декарт считал, что сама материя и ее движение неуничтожимы. В научных исследованиях на первый план он выдвигал чисто логические рассуждения, сомневаясь в достоверности чувственных данных.

В области физики Декарт сформулировал закон движения тел по инерции, гласящий: «Частица, покоящаяся в пустоте, будет сохранять состояние покоя неограниченно долго. Частица же, находящаяся в состоянии движения, будет двигаться равномерно и прямолинейно до тех пор, пока не столкнется с какой-нибудь другой частицей». По Декарту отдельные частицы и целые агрегаты частиц в природе изменяют направление и ско-

рость движения под действием тел, с которыми они сталкиваются. Проблеме столкновения частиц Декарт подверг теоретическому анализу. Опираясь на сформулированные им основные законы движения и столкновения тел, Декарт построил модель мира, которая около 100 лет играла важную роль в науке. «Вселенную» Декарта полностью заполняла материя, обладавшая зернистой структурой. Движение отдельных зерен было следствием их собственного движения в пустоте и столкновений с другими зернами. Все более уплотняя частицы и исключая пустоты, Декарт пришел к представлению о пространстве, сплошь, без просветов, заполненном материей. В таком пространстве Декарт допускал уже только одну разновидность движения — вихревое движение. По мнению Декарта, поток вихрей — единственная форма движения, способная существовать вечно, поскольку столкновения с частицами, находящимися вне данного вихря, не позволяют его частицам оторваться от него и в соответствии с законом движения по инерции улететь по прямой в пространство. Следовательно, для сохранения своей неизменности все пространство должно быть заполнено вихрями.

В соответствии со своей концепцией Декарт рассматривал Солнце как центр огромного вихря, увлекающего в своем движении планеты, а те в свою очередь — как центры меньших вихрей, увлекающих спутники планет. Так, по мысли Декарта, вокруг Земли существует вихрь, приводящий в движение Луну и служащий причиной того, что брошенное вверх тело снова падает на поверхность Земли. Действием этого вихря объясняются, по Декарту, и приливы.

С вихревым движением Декарт связывал и свет. Согласно его концеп-

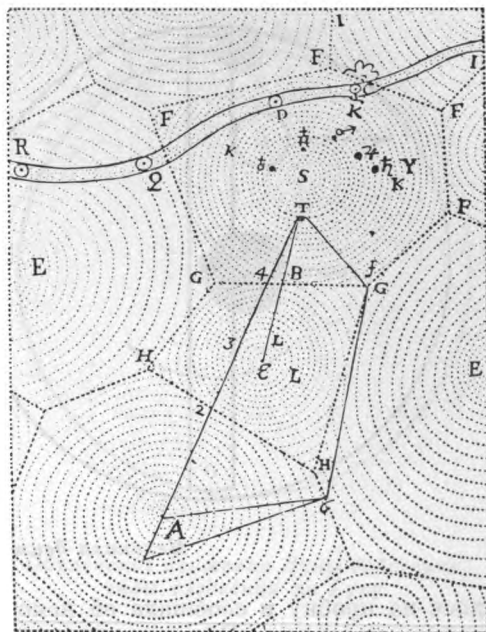


Декарт

ции, частицы в центре вихря движутся столь стремительно, что начинают колебаться. Их колебания волнами передаются наружу. Колебания эти и есть тот свет, который испускают Солнце и звезды, являющиеся центрами мощных вихрей.

В теории Декарта понятие тяготения оказалось излишним. Движение частиц и их столкновения, приводящие к образованию вихрей, объясняли все. Хотя в наши дни можно без труда указать слабые места декартовой концепции, в свое время она нашла себе многих сторонников, ибо давала возможность построить единую картину мира и сравнительно просто объяснить его.

Но пытливая мысль ученых шла и иным путем, начало которому положил Кеплер. Движение небесных тел сторонники этого направления объясняли действием соответствующих сил. Не обошлось при этом и без попыток критического подхода к кеплеровской концепции движения. Так, Исмаил Буйо (1605—1694) в выпущенной в 1645 г. работе *Astronomia philolaica, opus novum, in quo motus planetarum per novam et veram hypothesin demonstratur* [Астрономия филолаическая, новое сочинение, в котором движение планет объясняется с помощью новой и истинной гипотезы] утверждал, что сила, направленная к центру мира, должна быть пропорциональна не расстоянию, как считал Кеплер, а квадрату расстояния. Замечание было правильным, но далее Буйо полностью отвергал мысль о какой бы то ни было силе притяжения, исходящей от Солнца. Наоборот, итальянский математик Джиованни Альфонсо Борелли (1608—1679), бывший в период существования *Accademia del Cimento* одним из активнейших ее членов, признавал, что сила притяжения существует, но при этом утверждал,

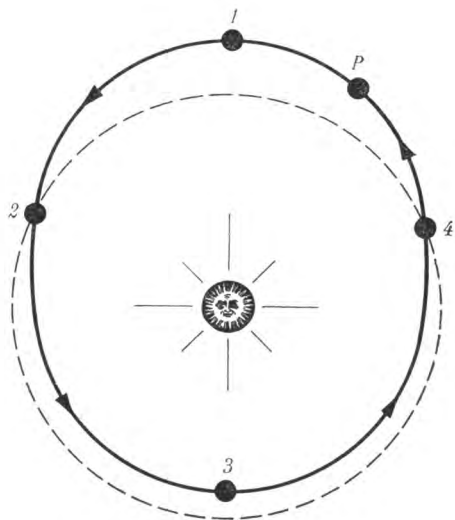
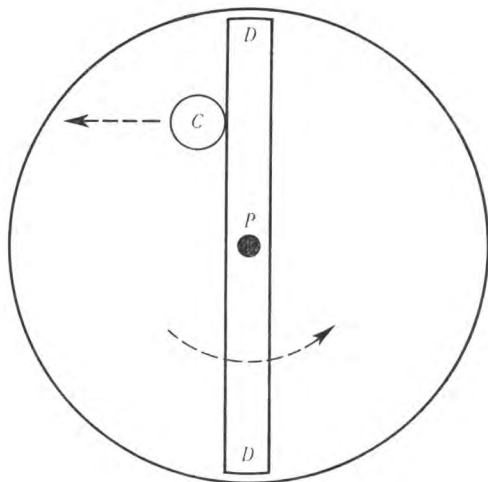


Декартовы вихри

что, помимо силы притяжения, зависящей от расстояния, существует еще и центробежная сила, зависящая от скорости. Эти две силы, взаимно уравновешивая друг друга, обуславливают, по мнению Борелли, движение планет вокруг Солнца.

Свою гипотезу Борелли выдвинул в 1666 г. и на ее основе построил подвижную модель планетной системы. Модель представляла собой наполненный жидкостью плоский сосуд, в котором вращалась мешалка, насаженная на ось P , в центре сосуда (см. рисунок на стр. 284).

В сосуде плавала пробка, изображающая планету (C). К пробке и к оси P были прикреплены магниты, сила взаимного притяжения которых моделировала силу притяжения, действующую в планетной системе. Мешалка, вращаясь, наталкивала



Механизм движения планет по Борелли

лась на пробку и сообщала ей некоторую скорость. В результате на пробку начинала действовать центробежная сила.

Если мешалка вращалась медленно, то сила притяжения, создаваемая магнитами, была больше центробежной силы, и пробка смещалась к центру сосуда. Наоборот, если мешалка вращалась быстро, то центробежная сила становилась больше, и пробка смещалась к стенкам сосуда. Скорость вращения мешалки можно было подобрать так, чтобы обе силы — притяжения и центробежная — находились в равновесии и пробка описывала в сосуде правильные круги.

Движение по эллипсу Борелли объяснял особой разновидностью колебаний около положения равновесия. Картина явления представлялась ему следующим образом (см. рисунок). Пунктирная линия означает круговую орбиту. Если планета находится вне круговой орбиты в точке 1, то ее движение более свободно. В результате действия силы притяжения плане-

та начнет приближаться к Солнцу, пересечет круговую орбиту в точке 2 и достигнет точки 3, расположенной внутри этой орбиты. Однако тут ее скорость возрастет настолько, что расстояние от планеты до Солнца под действием центробежной силы, ставшей теперь больше силы притяжения, начнет увеличиваться, и планета, дойдя до точки 4, снова возвратится в точку 1. Траектория, описанная планетой, в этом случае имела бы форму эллипса. Сила притяжения у Борелли все еще оставалась понятием довольно смутным и неопределенным и сохраняла кое-какие черты аристотелевских воззрений, будучи не столько силой, сколько «естественным стремлением» планет падать на Солнце. Тем не менее, если отвлечься от недостатков теории Борелли и ее чисто качественного характера, то сама по себе мысль о равновесии центробежной силы и силы притяжения следует признать весьма удачной.

К выводам, аналогичным выводам Борелли, пришел и английский фи-

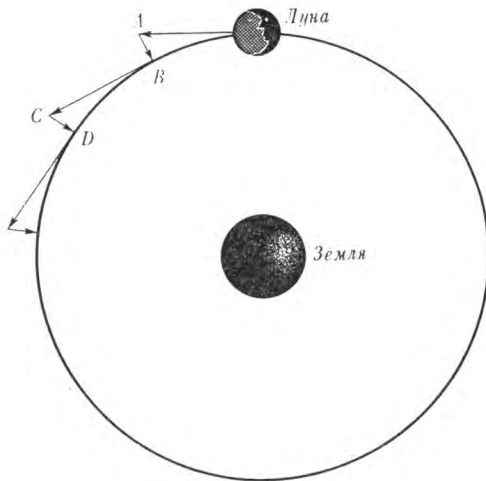
зик Роберт Гук (1635—1703), хотя он рассуждал совсем иначе. Опираясь на сформулированный Декартом закон движения тел по инерции и на единство законов, управляющих земными и небесными явлениями, Гук в 1666 г. изложил основные положения своей гипотезы о движении небесных тел. Сводились они к следующим трем пунктам.

1. Между всеми небесными телами действуют силы взаимного притяжения.

2. Все тела, находящиеся в состоянии равномерного и прямолинейного движения, сохраняют его до тех пор, пока на них не подействует какая-нибудь сила, вызывающая изменение направления движения и скорости. В зависимости от характера действия этой силы могут возникать круговые, эллиптические и другие орбиты.

3. С увеличением расстояния силы притяжения убывают.

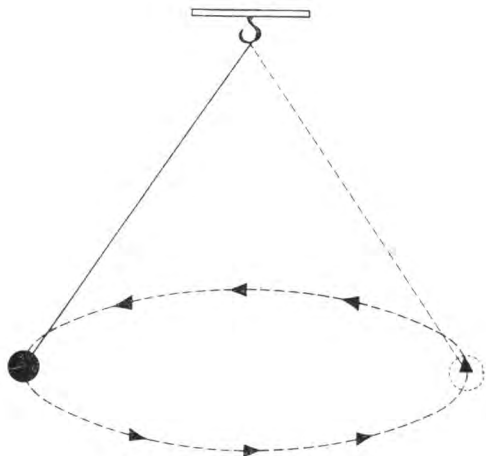
Объясняя движение планет вокруг Солнца (соответственно обращение Луны вокруг Земли), Гук рассуждал следующим образом. Планета, обращающаяся вокруг центрального тела, в некоторый момент времени обладает скоростью, направленной по касательной к ее орбите. Если бы на нее не действовала никакая другая сила, она улетела бы в пространство, двигаясь по прямолинейной траектории. Но на нее действует сила притяжения, которая направлена к центральному телу и заставляет планету падать на него. В результате сложения двух движений — прямолинейного по инерции и падения на центральное тело — траектория планеты искривляется. Поскольку же этот процесс происходит непрерывно, возникает не ломаная линия, а гладкая кривая — окружность, эллипс или орбита, имеющая какую-то другую форму, и планета совершает кругообразные



Объяснение движения Луны действием силы тяготения по Гуку

движения, не улетая в пространство и не падая на центральное тело.

Проиллюстрируем описанный выше процесс на примере движения Луны вокруг Земли. Обозначим начальное положение Луны буквой K ; тогда вектор KA означает касательную составляющую скорости Луны. Если бы на Луну не действовала никакая другая сила, то по истечении некоторого времени Луна оказалась бы в точке A . Однако поскольку на Луну действует сила притяжения, она за то время, которое требуется ей, чтобы пройти отрезок KA , как бы падает на Землю на длину отрезка AB . Пусть, далее, вектор BC означает новую касательную составляющую скорости Луны, а CD — расстояние, которое она пройдет, «падая» на Землю за время прохождения отрезка BC , и так далее. Выбирая все более короткие промежутки времени, мы будем получать все более короткие и многочисленные отрезки пути. Перейдя к бес-



Опыт Гука с маятником

конечно малым отрезкам времени, мы получим непрерывную кривую.

В 1666 г. Гук прочитал на заседании Королевского общества доклад и в подтверждение своих выводов продемонстрировал слушателям маятник. Маятник представлял собой грузик, который был подвешен на нить и мог колебаться во всех направлениях. Гук вывел грузик из положения равновесия, но вместо того, чтобы затем отпустить его и предоставить ему колебаться в одной плоскости, толкнул грузик в направлении, перпендикулярном плоскости свободных колебаний. В результате грузик стал описывать замкнутую кривую, причем силу толчка можно было подобрать так, чтобы траектория грузика имела форму окружности или эллипса. Движение грузика вызывалось действием двух сил: центробежной силы, зависящей от силы первоначального толчка, и силы, направленной к центру и зависящей от величины отклонения грузика от его нижнего положения. Гук подчерк-

нул, что аналогичное сложение сил происходит и при движениях небесных тел и что именно им объясняется форма наблюдаемых орбит.

Концепция Гука носила чисто качественный характер, но сама по себе была удачной. Ей недоставало лишь количественной стороны, то есть точных математических зависимостей. Гук, будучи не теоретиком, а экспериментатором, пытался экспериментальным путем найти зависимость силы притяжения от расстояния. Для этого он предпринял попытку измерить ускорение силы тяжести на дне шахты и на вершине собора св. Павла в Лондоне, однако его приборы были недостаточно чувствительными и не позволили обнаружить никакого различия. К сожалению, Гук, будучи блестящим экспериментатором, не был достаточно сильным математиком, чтобы теоретическим путем вывести закон тяготения из законов Кеплера.

Однако с существованием силы притяжения согласились далеко не все ученые. К числу тех, кто отвергал такую возможность, принадлежали сторонники теории Декарта, которые в понятии силы притяжения усматривали возврат к неопределенным и расплывчатым понятиям средневековой схоластики. Сила тяготения была для них чем-то аналогичным всеми отвергнутому аристотелевскому «стремлению» небесных тел к центру Земли. В декартовой модели мира притяжение было излишним, его место заняли вихри. Сама же сила притяжения объяснялась давлением со стороны частиц, находящихся снаружи вихря. Так, принадлежавший к кругу сторонников теории Декарта голландский физик, астроном и математик Христиан Гюйгенс (1629—1695), получивший широкое признание как создатель совершенных ча-

сов, телескопов и первооткрыватель Титана, крупнейшего из спутников Сатурна, считал понятие притяжения лишённым смысла.

Однако теория Декарта была не в силах задержать исследования, посвященные выяснению причин движения небесных тел и основанные на допущении о существовании силы тяготения. Исследования эти продвинулись к тому времени уже так далеко, что оставалось лишь объединить их и доказать справедливость общего закона. Человеком, выполнившим эту миссию, стал Исаак Ньютон (1642—1727).

Всемирно известный ученый появился на свет в деревушке Вулсторп, расположенной неподалеку от восточного побережья Англии, где у его отца была небольшая ферма.

Начальное образование он получил в школе в своей родной деревне. В возрасте 12 лет начал посещать среднюю школу в Грэнтхэме, а в 1661 г. был принят в Trinity College (Колледж св. Троицы) Кембриджского университета в качестве так называемого *subsizer'a* (бедного студента), который за плату исполнял обязанности служащего колледжа.

В начале своего пребывания в Кембридже Ньютон изучал арифметику, геометрию, тригонометрию, теологию и древние языки, главным образом латынь и в меньшем объеме — греческий и древнееврейский. Особенно интересовали его физико-математические науки, хотя немало времени он уделял теологическим проблемам. На развитие интересов талантливого юноши большое влияние оказал Исаак Барроу (1630—1677), преподававший в Кембриджском университете математику. Этот ученый владел не только математикой, но и древними языками и пользовался широкой известностью как переводчик геометри-



Исаак Ньютон

ческих работ Архимеда, Евклида и Аполлония.

В 1664 г. Ньютон стал «школяром», то есть полноправным студентом, и уже в следующем году — бакалавром. Дальнейшим занятиям помешала эпидемия чумы, вспыхнувшая в Англии в 1664—1667 гг. Все, кто имел хоть какую-нибудь возможность, старался в то время избегать людных городов и прятался в деревне. Ньютон также оставил Кембридж и вернулся в Вулсторп, где с короткими перерывами провел почти два года. Пользуясь неожиданно представившимся досугом, Ньютон в этот период основательно продумал многие из волновавших его научных проблем. Именно тогда он заложил основы дифференциального и интегрального исчисления*, названного им методом флюк-

* Одновременно с Ньютоном и независимо от него дифференциальное и интегральное исчисление открыл и развил немецкий философ и математик Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646—1716).

сий, с помощью собственноручно построенных приборов произвел ряд исследований по оптике и, по-видимому, тогда же приступил к созданию своего зеркального телескопа.

В результате двухлетних размышлений были заложены основы будущих достижений и выработан план дальнейшей научной деятельности. Не удивительно, что по возвращении в Кембридж Ньютон начал быстро продвигаться по ступеням научной иерархии. Уже в 1667 г. он стал так называемым младшим членом (minor fellow) колледжа, а в следующем году был возведен в звание старшего члена (major fellow), получив при этом степень магистра.

В 1669 г. Барроу ушел в отставку, и Ньютон стал его преемником по кафедре. Профессором Кембриджского университета Ньютон оставался до 1701 г. Позднее его деятельность протекала в стенах Королевского общества, членом которого он стал в 1672 г. В 1703 г. Ньютон был избран президентом Общества. С 1699 г. он состоял также членом Парижской академии наук. Ньютон работал главным образом в области физики. Отличительной особенностью его творчества была необычайная тщательность и точность формулировок задач и утверждений. Опираясь на эксперимент, Ньютон использовал в своих научных рассуждениях мощный математический аппарат. Фундаментальные результаты были получены им в области механики и оптики, а сформулированные им законы динамики, известные в наши дни каждому школьнику, легли в основу всей современной физики. Опираясь на эти законы, Ньютон с помощью дифференциального и интегрального исчисления сумел получить столь важные для астрономии результаты, как закон всемирного тяготения и основы небесной механики.

Проблемами движения небесных тел Ньютон начал заниматься около 1666 г., то есть вскоре после окончания университета. Результаты своей многолетней работы он опубликовал в изданной в 1687 г. работе *Philosophiae naturalis principia mathematica* [Математические начала натуральной философии], имевшей фундаментальное значение для дальнейшего развития механики и астрономии.

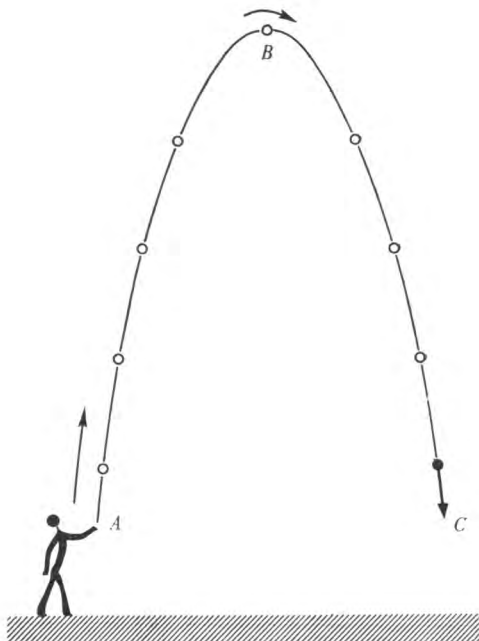
В начальной фазе своих исследований Ньютон теоретическим путем определил скорость, с которой тело, движущееся по круговой орбите, «падало» бы по направлению к центральному телу. Затем из третьего закона Кеплера также чисто теоретически вывел, что сила тяготения обратно пропорциональна квадрату расстояния. Продолжая свои рассуждения, Ньютон пришел к своему знаменитому закону всемирного тяготения, гласящему: «Любые две материальные частицы притягивают друг друга с силой, пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними».

В такой формулировке закон всемирного тяготения непосредственно применим лишь к так называемым материальным точкам, то есть объектам, имеющим массу, но обладающим столь малыми размерами, что их можно рассматривать как математические точки. Размеры же небесных тел довольно значительны. Естественно, напрашивался вопрос о том, каким образом можно вычислить, например, взаимное притяжение материальной точки и центрального тела конечных размеров. Ведь каждая частица такого тела будет действовать на материальную точку со своей силой, зависящей от расстояния между ними. Как же учесть этот эффект? Ньютон показал, что если тело конечных размеров

имеет форму шара и однородно или состоит из концентрических слоев без каких-либо сгущений и разрежений, нарушающих его сферическую симметрию, то оно будет притягивать материальную точку так, как если бы вся его масса была сосредоточена в его центре, а поскольку небесные тела с достаточной точностью можно считать однородными шарами, то на практике решение задач небесной механики сводится к исследованию движений материальных точек.

Предположив всеобщий, универсальный характер закона тяготения, Ньютон применил его к исследованию столь различных на первый взгляд явлений, как, например, падение камня на поверхности Земли и обращение Луны вокруг земного шара. Сначала Ньютон применил свой закон всемирного тяготения к движению Луны.

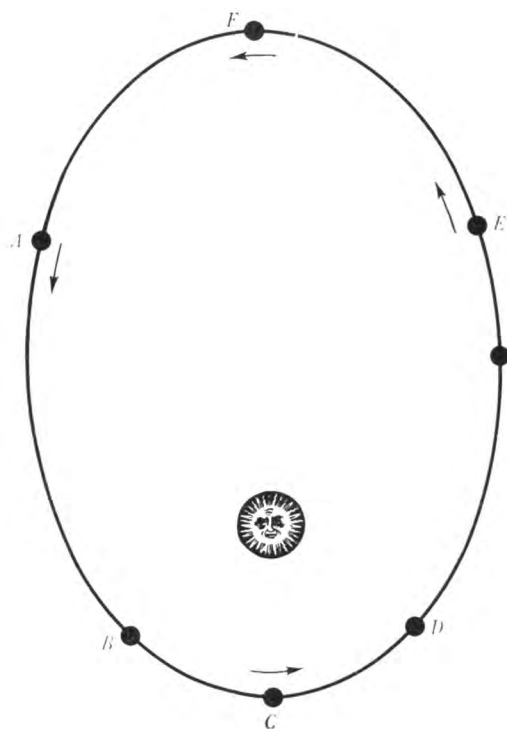
Приняв в первом приближении орбиту Луны за круговую, он оценил ускорение, которое сообщает Луне Земля. Из закона всемирного тяготения следовало, что ускорение это в $60^2 = 3600$ раз меньше ускорения силы тяжести на поверхности Земли, поскольку в принятом приближении радиус орбиты Луны в 60 раз больше радиуса Земли. Подставив известное из астрономических наблюдений значение ускорения Луны, Ньютон смог вычислить ускорение силы тяжести на поверхности Земли. Полученная им величина отличалась от величины ускорения свободного падения, найденной непосредственно из измерений на поверхности Земли, весьма незначительно, примерно на 1%. Столь малое различие Ньютон мог смело отнести за счет неизбежных неточностей и сделанных приближений, а полученный результат интерпретировать как подтверждение правильности закона всемирного тяготения.



Траектория брошенного камня

Напомним, что Ньютон вывел свой закон всемирного тяготения из законов Кеплера. Ясно, что ничто не мешает поступить наоборот и из закона всемирного тяготения вывести законы Кеплера. Однако для того, чтобы в соответствии с данными наблюдений получить для планет эллиптические орбиты, достаточно принять допущение о том, что в некоторый момент времени направление движения планеты образует с радиусом-вектором угол, отличный от прямого, или же, при сохранении в некоторый момент времени прямого угла между радиусом-вектором и направлением движения, что скорость планеты больше или меньше скорости, соответствующей тому же расстоянию при движении по круговой орбите. Результат в обоих случаях будет одним и тем же.

Для того чтобы лучше понять, как происходит движение по эллипсу, рассмотрим следующий простой пример. Бросим вверх, но не совсем отвесно, камень. Он долетит лишь до некоторой высоты, а потом начнет падать (см. рисунок на стр. 289). Когда камень летит вверх по дуге AB , на него действует сила притяжения Земли, вследствие чего скорость его убывает. Долетев до точки B , камень перестает подниматься и начинает падать вниз по дуге BC , ускоряя свое движение под действием все той же силы притяжения Земли. В момент удара о землю камень будет иметь ту же скорость, с которой мы его бросили.



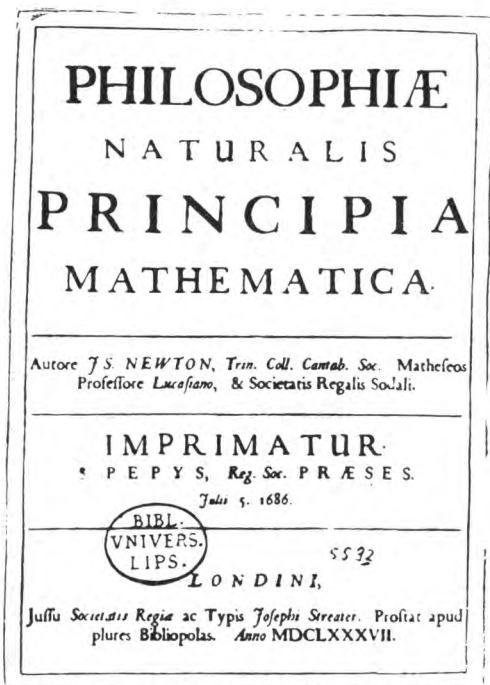
Движение планеты по эллипсу

Аналогично можно объяснить и движение планеты по эллипсу. Пусть кружок с отходящими от него лучами на рисунке означает Солнце. Предположим, что планета находится в точке A , а стрелка указывает направление ее движения. Из рисунка видно, что, двигаясь на этой части орбиты, планета приближается к Солнцу. Следовательно, сила притяжения, действующая на планету со стороны Солнца, возрастает. Планета движется все быстрее и быстрее, но не прямо к Солнцу, а несколько в сторону от него. Скорость планеты возрастает, но одновременно вследствие уменьшения расстояния от планеты до Солнца возрастает и сила солнечного притяжения. В результате планета огибает Солнце по дуге BCD , достигая наивысшей скорости в точке C . Скорость эта столь велика, что в следующий промежуток времени планета, частично преодолев солнечное притяжение, улетает по дуге DEF и удаляется от Солнца. Но скорость ее при этом падает и достигает наименьшего значения в точке F . Расстояние между планетой и Солнцем перестает возрастать, и планета начинает «падать» на Солнце по дуге FAB . Далее все повторяется сначала.

Кривая, которую описывает планета, в рассмотренном нами примере, есть эллипс, а Солнце, как того и требует первый закон Кеплера, находится в одном из его фокусов. Мы видим также, что вблизи Солнца планета движется быстрее, чем вдали от него. Соответствующие выкладки показывают, что радиус-вектор, проведенный из Солнца к планете, в равные промежутки времени заметает равные по площади секторы в полном соответствии со вторым законом Кеплера. Рассмотрим теперь две планеты. Пусть орбита одной из них расположена ближе, а другая — дальше от

Солнца. Ясно, во-первых, что ближайшей к Солнцу планете приходится проделывать более короткий путь, чем ее более удаленной соседке, и, во-вторых, она движется с большей скоростью, поскольку сила притяжения, испытываемая ею со стороны Солнца, больше силы притяжения, с которой Солнце действует на более удаленную планету. Обе эти причины приводят к тому, что ближайшая к Солнцу планета совершает полный оборот по своей орбите за меньшее время, чем планета, орбита которой удалена от Солнца на большее расстояние. С помощью соответствующих выкладок нетрудно показать, что отношение периодов обращения двух планет удовлетворяет закону Кеплера, на этот раз третьему. Приведенные выше качественные рассуждения понадобились нам лишь для того, чтобы убедить читателей в том, что планеты действительно движутся по эллипсам. Ньютон же придал своим рассуждениям строгий математический характер и описал все явление на языке чисел — количественно.

В приведенных выше примерах каждый раз рассматривалось движение только двух тел, например Солнца и планеты или Земли и Луны. При этом не учитывалось влияние других тел планетной системы на движение планеты по эллипсу. В небесной механике такой тип задач принято называть „задачей двух тел“ в отличие от общего случая движения нескольких взаимно притягивающих друг друга тел. Следует иметь в виду, что уже для задачи трех (не говоря уже о большем числе) тел общее решение неизвестно. Задача трех тел решена лишь для нескольких частных случаев. Если бы других планет не было, движение одной планеты вокруг Солнца происходило бы по эллипсу. В нашем случае, когда планет не-



Титульный лист ньютоновских «Начал»

сколько, на движение каждой планеты оказывают влияние, или возмущение, все остальные. Поскольку массы планет малы по сравнению с массой Солнца, возмущения эти невелики, и в первом приближении ими можно пренебречь.

Задача двух тел была полностью решена Ньютоном. В рамках этой задачи два первых закона Кеплера выполняются точно, а третий закон — приближенно. Оказалось, что в третьем законе необходимо еще учесть массы тел, принимающих участие в движении. Численное различие между исправленным и первоначально сформулированным законом Кеплера невелико, что объясняется малостью масс планет по сравнению с массой

Солнца. Однако именно исправленный третий закон Кеплера позволил определить массы Солнца и планет.

Ньютон доказал также, что в случае двух тел движение может происходить не только по круговой орбите и эллипсу, но и по параболе и гиперболе. Это позволило ему впервые правильно объяснить движение комет. Комета 1680 г., которая своей необычайной яркостью привлекла к себе всеобщее внимание, двигалась, как и предсказывал Ньютон, по параболе.

Стремясь к полному и всестороннему обоснованию своего закона всемирного тяготения, Ньютон не довольствовался выводом из него законов Кеплера и доказал, что из закона всемирного тяготения можно вывести также и все замеченные отклонения от законов Кеплера. Конкретно речь шла о движении Луны, неправильности которого издавна доставляли астрономам много неприятностей. Ньютон правильно понял, что Луна обращается вокруг Земли по эллипсу, но на движение Луны оказывает влияние Солнце, которое вследствие своей огромной массы сильно возмущает движение нашего естественного спутника. Таким образом, Ньютону предстояло решить частный случай задачи трех тел. Математическим путем Ньютону удалось показать, что не только замеченные неправильности движения Луны, но и перемещения плоскости ее орбиты и положения перигея обусловлены совместным действием сил притяжения Солнца и Земли.

Следующим этапом в работе Ньютона было определение формы Земли. В то время шарообразность Земли уже не вызывала сомнений, однако задача как можно более точного определения ее радиуса по данным измерений, произведенным на поверхности Земли, еще не была решена. Нью-

тон доказал, что вследствие действия силы притяжения и центробежной силы, вызванной вращением Земли вокруг собственной оси, Земля не может быть шаром, а должна иметь форму эллипсоида вращения (полученного при вращении эллипса вокруг малой оси). Предположив, что наша планета однородна, Ньютон получил для сплюснутости Земли величину $\frac{1}{230}$ *. Одновременно он доказал, что вытекающее из его теории всемирного тяготения изменение силы тяжести в зависимости от географической широты согласуется с данными прямых измерений.

В 1683—1718 гг. во Франции было проведено измерение дуги меридиана протяженностью в 1° . Из полученных данных следовало, что Земля не сплюснута, а, наоборот, вытянута в направлении своей оси. Это позволило сторонникам Декарта выдвинуть против теории всемирного тяготения возражения не только философского, но и физического характера. В результате вплоть до тридцатых годов XVIII в. противники теории Ньютона, главным образом французские ученые, не признавали открытого им закона всемирного тяготения и упорно стояли на позициях картезианской физики.

Однако результаты измерения дуги меридиана во Франции нуждались кое в каких уточнениях. Поэтому для окончательного решения вопроса французское правительство организовало две экспедиции, в задачу которых входил сбор данных, необходимых для установления формы Земли. Одна из экспедиций производила в

* Сплюснутостью Земли называется отношение $\frac{a-b}{a}$, где a — радиус Земли по экватору, а b — расстояние от центра Земли до ее полюса.

1735—1742 гг. измерения меридиана в Перу, другая в 1736—1737 гг. производила аналогичные измерения в Лапландии. Полученные французскими экспедициями более точные данные подтвердили правильность выводов Ньютона.

Предпринимались также и попытки определить форму Земли теоретическим путем. В 1690 г. Гюйгенс опубликовал работу «О причине силы тягести», в которой, опираясь на физику Декарта и другие допущения, доказывал, что сплюснутость Земли должна быть равна $\frac{1}{576}$. Однако основы современной теории фигуры Земли и планет были заложены лишь в 1743 г. французским математиком и астрономом Алексисом Клодом Клеро (1713—1765) в работе *Théorie de la figure de la Terre* [Теория фигуры Земли]. Что же касается величины сплюснутости Земли, то она была уточнена лишь в XIX в. Принятое ныне значение составляет $\frac{1}{298}$. Различие между этим значением и значением, полученным Ньютоном, обусловлено тем, что принятая им модель Земли недостаточно точно передает особенности реального строения нашей планеты.

Установив фигуру Земли, Ньютон занялся объяснением явления прецессии на основе своей теории тяготения. Землю при решении этой задачи Ньютон рассматривал как однородный шар, подверженный притяжению Луны и Солнца, с кольцом, надетым по экватору. Вычисленная им величина прецессии лишь незначительно превышала истинную. Причиной этого отклонения, как выяснилось позднее, была ошибка в оценке сплюснутости Земли.

Последним, но не менее важным, чем все предыдущие, доводом, свидетельствующим о правильности закона всемирного тяготения, послужила

ньютоновская интерпретация возникновения приливов и отливов. Единственная существовавшая тогда теория приливов, предложенная Декартом, не имела особого научного значения. Согласно декартовой теории, приливы вызывались давлением, производимым на поверхность океана вихрем, следующим за движением Луны. Ньютон доказал, что приливные и отливные волны объясняются действием притяжения Луны.

С Ньютоном тесно сотрудничал Эдмунд Галлей (1656—1742), занимавший с 1703 г. кафедру в Оксфорде, а с 1720 г. — пост директора обсерватории в Гринвиче. С помощью разработанного Ньютоном метода вычисления орбит Галлей доказал, что все кометы, относительно которых астрономы располагали достаточно надежными наблюдениями, двигались по эллипсам и параболам. Галлей вычислил орбиты 24 комет, изложив свои результаты в вышедшей в 1705 г. книге *A synopsis of the astronomy of comets* [Очерк астрономии комет]. Тщательно сравнив орбиты комет 1305, 1380, 1456, 1531, 1607 и 1682 г. и убедившись в их совпадении, Галлей высказал утверждение, что во всех этих случаях в действительности наблюдалась одна и та же комета, движущаяся по сильно вытянутому эллипсу и обладающая периодом обращения, равным 75 годам. Подобный вывод позволил ему предсказать ближайшее появление кометы, получившей впоследствии его имя. Оно должно было произойти в 1758 г. Предсказание нового появления кометы явилось беспрецедентным событием. Назначенной даты ждали с тем большим интересом, что еще не до конца угас спор между школой Ньютона и сторонниками Декарта.

Сначала казалось, что Галлей ошибся. Уже заканчивался 1758 г.,

а кометы все еще не было видно. Но вот в ноябре Клеро представляет в Парижскую академию наук доклад, из которого явствует, что комета запаздывает, но само опоздание является еще одним подтверждением закона всемирного тяготения.

Клеро составил уравнения, учитывающие возмущения в движении кометы под действием притяжения больших планет Юпитера и Сатурна. Огромную вычислительную работу, связанную с решением этих уравнений, выполнили два человека: математик и астроном Жозеф Жером Лаланд (1732—1807) и большая любительница астрономии Николь Лепот (1723—1788). Работа была чрезвычайно трудоемкой и заняла 18 месяцев. Из вычислений явствовало, что возмущения, вносимые Юпитером, значительно удлинили период обращения кометы. Клеро предсказал, что комета Галлея пройдет перигелий в середине апреля 1759 г.

На рождество 1758 г. немецкий астроном-любитель, землепашец из-под Дрездена, И. Г. Палич первым заметил комету. Два месяца спустя, 13 марта 1759 г., она прошла перигелий. Дата эта отличалась от предсказанной Клеро лишь на месяц. Столь крупный успех небесной механики,

основанный на законе всемирного тяготения, в то же время явился новой победой гелиоцентрической теории, ибо именно она служила краеугольным камнем ньютоновской небесной механики.

Ньютон и его закон всемирного тяготения завершили начатый Коперником период закладки мощного фундамента под здание современной астрономии. После законов Кеплера достижения Ньютона явились новым важным свидетельством правильности теории Коперника. Преобразилась и получила дальнейшее развитие форма теории, но дух ее остался неизменным.

Кратко историю развития гелиоцентрической теории от Коперника до Ньютона можно охарактеризовать следующим образом. Коперник высказал мысль о том, что планеты, в том числе и Земля, обращаются вокруг Солнца. Кеплер количественно описал их движение, а Ньютон объяснил причины этого движения и разработал математические методы его исследования. Таким образом, проблема движения небесных тел была полностью решена. Решение это сохранило свое значение и до нашего времени.



24. НА ПУТИ К СОВРЕМЕННОЙ АСТРОНОМИИ

В цепи человеческих идей, озаренных факелом истины, все так же связано и взаимообусловлено, как и в вечных делах природы. Человек, стоящий на правильном пути, легко схватывает новое, развивает и интерпретирует его. Все, что он делает, кажется простым и естественным. Человек же, сбившийся с верного пути, губит себя, блуждая среди хаоса и неразберихи.

Я. Снядецкий «О Копернике»

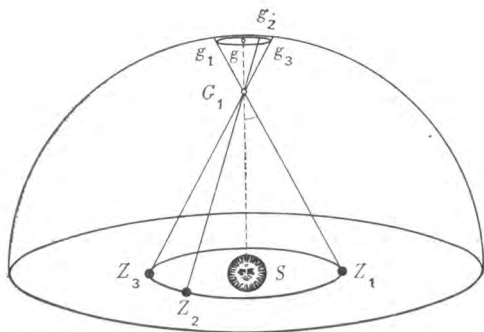
Берущая свое начало в *De Revolutionibus* Коперника, продолженная Галилеем и усовершенствованная Кеплером и Ньютоном гелиоцентрическая система мира легла в основу сложившейся на протяжении XVIII и XIX вв. современной картины мира. Основную роль в этом процессе сыграли новые пути научной мысли, намеченные Коперником, однако на дальнейшее развитие гелиоцентризма огромное влияние оказал всеобщий постоянно убыстрявшийся прогресс всей науки в целом и связанный с ним технический прогресс. Возросло число астрономических обсерваторий и астрономов. Возрос и уровень наблюдений, причем не только в количественном, но и в качественном отношении. Неуклонно повышающаяся точность наблюдений, расширение их сферы на новые разделы астрономии, развитие математики и непрерывное совершенствование методов вычислений позволяли более полно анализировать наблюдательные данные и, следовательно, строить более точную картину мира.

Следует иметь в виду, что и условия проведения самых разнообразных научных исследований становились все более благоприятными. Капиталистическая система поддерживала проведение исследований. Науки о

природе становились основой развития техники, от них зависел экономический успех.

Новые задачи встали и перед астрономией. Быстро развивающееся мореплавание требовало все более точных методов навигации. Наряду с усовершенствованием навигационного оборудования происходило и повышение надежности астрономических ежегодников и таблиц, необходимых для вычисления точного местонахождения судов в море. Новые, более точные ежегодники и таблицы требовались и на суше для проведения картографических работ, поскольку старые карты надлежало заменить новыми, более надежными. Единственный способ составления столь необходимых для практики ежегодников и таблиц состоял в проведении и последующей обработке многочисленных астрономических наблюдений. Поэтому астрономии оказывали щедрую финансовую помощь, что создавало благоприятные условия для ее развития.

Систематические наблюдения позволили собрать еще более обширные данные о небесных телах и их движениях. Дальнейшее развитие гелиоцентрической концепции побуждало астрономов заняться поисками непосредственных свидетельств круговра-



Объяснение годичного параллакса звезды

щения Земли. Напомним, что работы Кеплера и Ньютона, чрезвычайно важные и повлекшие за собой далеко идущие следствия, сами по себе еще не давали непосредственных аргументов в пользу обращения Земли вокруг Солнца. В поисках такого аргумента астрономы обратили внимание на явление годичного параллакса, которое должно было наблюдаться вследствие обращения Земли вокруг Солнца. Идея эта не была новой: годичный параллакс звезд безуспешно пытался искать еще Тихо Браге, однако точность наблюдений с тех пор возросла настолько, что теперь уже можно было рассчитывать на успех.

Рассмотрим явление годичного параллакса подробнее и с помощью простых геометрических соображений постараемся объяснить, в чем оно заключается. Предположим, что Земля обращается по окружности вокруг Солнца S , находящегося в центре окружности. Такое упрощение вполне допустимо, поскольку эллиптическая орбита Земли мало отличается от окружности. Изображенная в перспективе, эта круговая орбита имеет на рисунке вид эллипса. Пусть G означает положение звезды в пространстве. Для упрощения задачи примем

еще одно предположение: будем считать, что прямая SG , соединяющая звезду с Солнцем, перпендикулярна плоскости орбиты Земли. Полуокружность, охватывающая на рисунке орбиту Земли и звезду, изображает небесную сферу. Видимое положение звезды определяется точкой пересечения луча зрения с небесной сферой. Например, находясь на Солнце S , мы видели бы звезду в точке g на продолжении прямой SG . Предположим далее, что Солнце находится в состоянии покоя относительно звезд, а Земля движется по окружности, занимая по очереди положения Z_1 , Z_2 и т. д. Вследствие этого движения звезда G будет видна на небесной сфере из положений Z_1 , Z_2 и т. д. соответственно в точках g_1 , g_2 и т. д. Точки эти будут лежать на малой окружности с центром в точке g и радиусом, равным углу p , под которым радиус орбиты Земли вокруг Солнца был бы виден со звезды G . Ясно, что чем больше расстояние от звезды до Солнца, тем меньше угол p . Угол этот в астрономии принято называть годичным параллаксом звезды, а видимые перемещения звезды — параллактическими перемещениями.

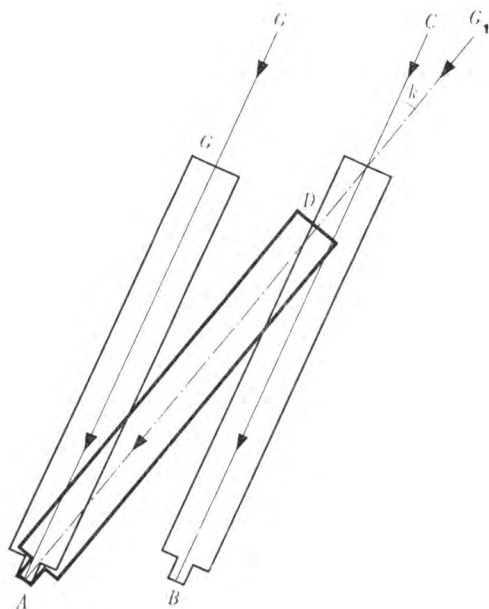
В общем случае, когда направление от звезды к Солнцу не образует прямой угол с плоскостью орбиты Земли, звезда будет описывать на небе не окружность, а эллипс, большая ось которого параллельна плоскости орбиты Земли, а половина ее длины равна параллаксу звезды. Чем ближе к плоскости орбиты Земли расположена звезда, тем сильнее сплюснен ее параллактический эллипс. При рассмотрении годичного параллакса звезды следует обратить внимание на еще одно важное обстоятельство. Как видно из рисунка, параллактическое перемещение звезды происходит в плоскости, определяе-

мой тремя точками: Землей, Солнцем и звездой, причем звезда всегда смещена на небе в сторону Солнца.

Наблюдения, которые должны были обнаружить годичный параллакс звезд, предпринял английский астроном Джеймс Брайлей (1692—1762), бывший в то время профессором в Оксфорде*. В 1725 г. он начал наблюдения звезды γ из созвездия Дракона. Вскоре выяснилось, что эта звезда в течение года перемещается по небу, причем разность между направлениями на нее в крайних положениях составляет $40''$. Однако обнаруженное смещение не было искомым годичным параллаксом, ибо происходило в направлении, перпендикулярном тому, в котором должно было бы наблюдаться в случае годичного параллакса. Поэтому в 1727 г. Брайлей начал наблюдения и других звезд, но пришел к аналогичному результату. Разность между лучами зрения в крайних положениях у всех наблюдавшихся звезд составляла $40''$.

Перед астрономом стояла загадка, и Брайлей решил ее не сразу, а лишь в 1728 г. Наблюдавшееся явление он совершенно правильно объяснил так называемой аберрацией света, вызванной движением Земли. Упрощенно и наглядно ход рассуждений Брайлея можно представить себе следующим образом.

Предположим, что звезда G (см. рисунок) находится очень далеко и идущие от нее лучи света можно с достаточной точностью считать образующими параллельный пучок. Если бы Земля находилась в состоянии по-



Объяснение аберрации света

кою, то мы видели бы звезду именно в том направлении, в котором она действительно находится. На рисунке это направление указано параллельными прямыми GA , GB и т. д. Наоборот, если мы считаем, что Земля движется, а скорость света хотя и чудовищно велика, но тем не менее конечна, то наблюдатель, желающий видеть звезду строго в центре поля зрения, не мог бы направить свой телескоп вдоль луча GA , приходящего от звезды. Действительно, предположим, что ось телескопа совпадает с прямой GA . Тогда за то время, которое требуется свету, чтобы пройти расстояние от объекта до окуляра, окуляр сместился бы из точки A в точку B , и, следовательно, изображение звезды также переместилось бы. Следовательно, желая удержать изображение звезды в центре поля зре-

* Брайлей был с 1721 г. профессором в Оксфорде, а с 1742 г. — директором Гринвичской обсерватории.

ния, наблюдатель должен наклонить телескоп в направлении своего движения на небольшой угол k так, чтобы за то время, за которое свет проходит отрезок DB , окуляр смещался из точки A в точку B . При этом телескоп займет положение AD . Иначе говоря, наблюдатель, находящийся на Земле, видит звезды не в истинном направлении AG , а в некотором кажущемся направлении AD , отличающемся от истинного на угол аберрации k .

Чтобы лучше уяснить явление аберрации, воспользуемся простыми примерами из повседневной жизни. Известно, что в безветренную погоду дождь падает отвесно вниз и для того, чтобы укрыться от него, ручку зонта также нужно держать строго вертикально. Однако если мы не будем стоять на месте, а начнем двигаться, то зонт нам придется наклонить несколько вперед, то есть в направлении нашего движения, причем угол наклона будет тем больше, чем быстрее мы будем двигаться. Аналогичное явление можно наблюдать и во время поездки в автомашине: угол, под которым капли дождя ударяют в переднее стекло, тем больше, чем быстрее едет автомашина. В обоих примерах движущемуся наблюдателю кажется, что идет «косой» дождь, то есть, что его капли падают не отвесно вниз, а под некоторым углом.

Явление аберрации в отличие от прежних косвенных доказательств является прямым и бесспорным доводом, подтверждающим движение Земли, но этим его значение не исчерпывается. По величине угла аберрации света легко можно вычислить отношение скорости Земли к скорости света c , зная последнюю, найти скорость Земли. Зная же скорость Земли, уже совсем нетрудно вычислить размеры ее орбиты. Действи-

тельно, умножив скорость на число секунд в году, получим длину земной орбиты, откуда, предположив, что орбита имеет форму окружности, легко найдем ее радиус. Но и это еще не все. Третий закон Кеплера позволяет с высокой точностью вычислять радиусы орбит других планет, выраженные в радиусах орбиты Земли. Следовательно, зная радиус орбиты нашей планеты, мы получаем возможность найти размеры орбит всех членов солнечной системы.

Гораздо дольше пришлось ждать, пока ученые обнаружат прямые физические доказательства вращения Земли вокруг собственной оси. Однако отсутствие прямых доказательств в этом случае не имело существенного значения, поскольку аргументы, которыми Коперник доказывал существование этого движения, были столь убедительными, что истинность их не мог не признать каждый здравомыслящий человек. Ведь нелепо же было бы утверждать, что звезды, находящиеся на огромных расстояниях от Земли, могут совершать вокруг нее полный оборот в течение суток! Наконец, выполненные в первой половине XVIII в. измерения размеров и определение фигуры Земли полностью подтвердили выводы Ньютона о том, что она вращается вокруг собственной оси. Однако все полученные доказательства по-прежнему носили косвенный характер. Поиск прямых доказательств суточного вращения Земли поэтому продолжался. Астрономы не столько стремились найти прямые подтверждения давно уже не вызывавшего никаких сомнений вращения Земли вокруг собственной оси, сколько надеялись открыть новые эффекты, связанные с этим движением. Давно было известно, что одним из прямых доказательств вращения Земли могло бы

служить, например, отклонение к востоку тел, падающих на Землю с большой высоты. Объяснение этого явления просто. Линейная скорость, обусловленная вращением Земли вокруг оси, тем больше, чем большее расстояние отделяет данную точку от оси вращения. Следовательно, вершина башни обладает большей линейной скоростью, чем ее основание. Таким образом, тело, падающее с вершины башни, должно по инерции сохранять линейную скорость, которая больше, чем скорость основания башни. Вследствие этого тело должно упасть на Землю в точке, расположенной к востоку от основания перпендикуляра, опущенного на поверхность Земли из той точки, в которой тело находилось в начальный момент.

Такой эксперимент был впервые поставлен в Болонье в 1791 г. итальянцем Дж. Гульельмини; он обнаружил, что свободно падающие тела действительно отклоняются от вертикали в восточном направлении. Затем аналогичные эксперименты были повторены и другими исследователями и всякий раз подтверждали существование предсказываемого теорией отклонения.

В первой половине XIX в. был измерен давно ожидаемый годичный параллакс звезд, что позволило внести новые усовершенствования в конструкцию астрономических инструментов. Астрономом, впервые установившим параллактическое смещение звезд, был работавший в то время в Дерпте [ныне г. Тарту Эстонской ССР — *Ред.*] Василий Струве* (1793—1864). В 1827 г. он сооб-

щил данные о параллаксах 27 звезд, причем они не превышали $0'',5$. Правда, измеренные Струве величины, как правило, представляли собой комбинации параллаксов нескольких звезд, хотя для двух звезд он сумел измерить их индивидуальные параллаксы. Наибольший отклик получило произведенное Струве измерение параллакса Веги (α Лир). Основываясь на яркости звезды, Струве заключил, что она должна быть объектом, расположенным сравнительно близко к Земле, и провел в 1836 г. серию наблюдений, результаты которых опубликовал в следующем году. Полученное им значение параллакса Веги оказалось равным $0'',125$, что следует признать весьма хорошим результатом, поскольку истинное значение параллакса составляет $0'',121$. Повторное определение параллакса оказалось менее удачным, ибо дало значение $0'',261$, вдвое превышающее истинное.

Одновременно со Струве над проблемой определения параллакса звезд работал немецкий астроном и математик Фридрих Вильгельм Бессель (1784—1846), профессор астрономии в Кенигсберге. В качестве объекта наблюдения Бессель выбрал слабую звезду в созвездии Лебедя, обозначенную номером 61, ибо эта звезда обладала большим собственным движением*, доходившим до $5'',2$, что указывало на ее близость. Наблюдения за 61 Лебедя Бессель производил еще в 1815 г., но сначала ему не удалось получить никаких результатов. Лишь сменив телескоп на более подходящий для поставленной им задачи, Бессель в 1837—1840 гг. доказал, что

* Струве родился в Альтоне близ Гамбурга. Был профессором Дерптского университета, а затем (1839 г.) основателем и первым директором Пулковской астрономической обсерватории.

* Собственным движением звезды называется ее перемещение на небе вследствие истинного движения звезды в пространстве.

параллакс звезды 61 Лебеда составляет $0'',348$.

Более удачно выбрал объект наблюдения англичанин Томас Гендерсон (1798—1844) из обсерватории в Кейптауне (Южная Африка). Он наблюдал звезду α Центавра, одну из самых ярких звезд южного неба и одновременно — о чем Гендерсону, правда, не было известно — ближайшую к нам звезду. Из наблюдений, проведенных в 1839—1840 гг., Гендерсон установил, что ее параллакс составляет $0'',91$. Лишь позднее значительно более точные измерения показали, что в действительности параллакс α Центавра составляет $0'',75$. Этот результат означал, что расстояние до α Центавра в 270 000 раз превышает расстояние от Земли до Солнца.

Все три названных выше астронома работали одновременно и независимо. Каждый из них по праву может быть назван пионером в области определения звездных параллаксов. После их основополагающих работ число звезд, параллаксы которых астрономам удавалось определить, стало быстро увеличиваться, что позволило получить ценные сведения о размещении звезд в пространстве. Перед глазами астрономов все яснее вырисовывалась картина Вселенной. Подтвердилась правильность высказывания Коперника об огромности Вселенной и ничтожно малых размерах не только Земли, но и ее орбиты.

Таким образом, в распоряжении науки оказалось уже два прямых доказательства обращения Земли вокруг Солнца и одно прямое доказательство вращения Земли вокруг собственной оси. Вскоре затем, в 1851 г., знаменитый французский физик Жан Бернар Леон Фуко (1819—1868) предложил еще одно доказательство вращения Земли, носившее физиче-

ский характер. Под куполом парижского Пантеона Фуко подвесил на проволоке длиной 67 м тяжелый металлический шар, который мог свободно двигаться в любом направлении и совершать колебания в произвольной вертикальной плоскости. Как показал опыт Фуко, плоскость колебаний шара непрерывно поворачивалась, что недвусмысленным образом свидетельствовало о вращении Земли.

Чтобы объяснить это явление, обратимся к следующему примеру. Предположим, что мы находимся в северном полушарии и стреляем из пушки в направлении на север. Если бы Земля не вращалась вокруг своей оси, снаряд полетел бы точно на север вдоль меридиана. Однако вследствие вращения Земли пушка обладает некоторой линейной скоростью, направленной на восток, и сообщает эту же скорость снаряду. Скорость эта, очевидно, зависит от географической широты места, убывает при ее возрастании и обращается в нуль на полюсе. Следовательно, место падения снаряда, поскольку оно находится на более высокой географической широте, обладает меньшей линейной скоростью в восточном направлении. Поэтому снаряд «обгоняет» его в своем движении вдоль параллели и должен упасть на восток от меридиана, проходящего через пушку. Следовательно, траектория снаряда отклонится от меридиана вправо. Если же выстрелить на юг, то будет наблюдаться обратная ситуация. На этот раз снаряд упадет в точке, обладающей большей линейной скоростью в восточном направлении, и, «отстав» от нее, отклонится на запад, то есть снова вправо. Ясно, что описанный нами эффект наблюдается для объектов, движущихся не только вдоль меридиана, но и в произвольном направлении. И в каждом случае тело будет

отклоняться вправо от меридиана, проходящего через начальную точку.

Как показывают аналогичные рассуждения, в южном полушарии отклонение будет всегда происходить влево.

По тому же закону отклоняются «вправо от меридиана» постоянные ветры, называемые пассатами и антипассатами, и воздушные течения в верхних и нижних слоях атмосферы.

Те же силы, действуя на маятник Фуко, заставляли поворачиваться вправо плоскость его колебаний, причем полный оборот плоскость колебаний совершала за 32 часа*.

В XVIII и XIX вв. параллельно с бурным развитием математики в результате совместных усилий многочисленного отряда ученых происходит и расцвет небесной механики, который привел к новым открытиям, позволившим еще более уточнить картину мира. И хотя среди этих открытий, разумеется, были и случайные, но для нас наиболее важны результаты, полученные с помощью небесной механики, способствовавшие еще большему упрочнению основ гелиоцентрической теории. Прежде чем приступить к обсуждению этих достижений, нам придется вернуться назад и совершить небольшой экскурс в более ранний период истории астрономии.

Еще немецкий математик Иоганн Тициус (1729—1796) обратил внимание на то, что размеры орбит планет солнечной системы достаточно хорошо укладываются в рамки единого правила. Однако об открытии Тициу-

са никто так и не узнал бы, если бы обнаруженное им правило в 1772 г. не опубликовал Иоганн Элерт Боде (1747—1826), директор обсерватории в Берлине. В соответствии с этим правилом, известным ныне под названием закона Тициуса — Боде, расстояние между планетами и Солнцем в астрономических единицах* выражается формулой $0,4 + 0,3 \cdot 2^n$, причем величина n равна: для Венеры 0, для Земли 1, для Марса 2, для Юпитера 4, для Сатурна 5 и для незадолго до этого открытого Урана** 6. Для Меркурия второе слагаемое полагается равным нулю. В приводимой на стр. 302 таблице представлены расстояния между планетами и Солнцем, вычисленные по закону Тициуса — Боде, и для сравнения — истинные значения тех же расстояний. Необходимо, однако, иметь в виду, что закон Тициуса — Боде носит чисто эмпирический характер, и из него не следует делать далеко идущих выводов.

Из таблицы видно, что в нашей солнечной системе отсутствует планета, которой бы отвечало значение $n=3$. В связи с этим в конце XVIII в. начались систематические поиски «погибшей» планеты. Найти недостающую планету помог счастливый случай. 1 января 1801 г. итальянский астроном из Палермо Джузеппе Пиацци (1746—1826) обнаружил в созвездии Тельца небольшую звездочку, которой не было на карте неба. Наблюдая за ней в течение нескольких дней, Пиацци убедился, что она перемещается относительно дру-

* Время, за которое плоскость колебаний маятника Фуко успевает совершить полный оборот, зависит от географической широты места. На полюсе один оборот совершается за 24 часа и возрастает по мере приближения к экватору. На самом экваторе плоскость колебаний маятника Фуко оставалась бы неизменной.

* Астрономической единицей называется среднее расстояние от Земли до Солнца (около 150 млн. км).

** Уран был случайно открыт в 1781 г. английским астрономом немецкого происхождения Вильямом Гершелем (1738—1822).

Планета	n	Расстояние от Солнца, вычисленное по закону Тициуса—Боде	Истинное расстояние
Меркурий	—	0,4	0,39
Венера	0	$0,4+0,3 \cdot 1 = 0,7$	0,72
Земля	1	$0,4+0,3 \cdot 2 = 1,0$	1,00
Марс	2	$0,4+0,3 \cdot 4 = 1,6$	1,52
—	3	$0,4+0,3 \cdot 8 = 2,8$	—
Юпитер	4	$0,4+0,3 \cdot 16 = 5,2$	5,20
Сатурн	5	$0,4+0,3 \cdot 32 = 10,0$	9,54
Уран	6	$0,4+0,3 \cdot 64 = 19,6$	19,2

гих звезд. Он неотступно следил за ней вплоть до 11 февраля, когда болезнь вынудила его прервать наблюдения и лишь недавно открытый объект был утерян. На помощь итальянцу пришел молодой, но необычайно талантливый немецкий математик Карл Фридрих Гаусс (1777—1855), который, предположив, что открытый Пияцци объект представляет собой неизвестную еще планету, вычислил на основе имевшихся наблюдений ее орбиту и предсказал, где ее искать в будущем, что позволило снова обнаружить новую планету через год после ее открытия. Из вычислений Гаусса следовало, что среднее расстояние от планеты до Солнца составляет 2,77 астрономической единицы. Таким образом, новая планета с блеском заполнила в таблице пробел между Марсом и Юпитером. Пияцци назвал ее Церерой. В течение нескольких последующих лет было открыто еще три подобных планетки, названных Палладой, Юноной и Вестой. Следующие десятилетия принесли новое открытие. Оказалось, что между Марсом и Юпитером кружится целый рой малых планет, которые получили название астероидов.

Тем временем внимание астрономов, наблюдавших за движением

Урана, привлекли заметные отклонения между истинными и вычисленными положениями планеты. К 1840 году эти отклонения дошли до 2'. Было выдвинуто правильное предположение о том, что наблюдаемые отклонения вызваны возмущениями, вносимыми притяжением какой-то другой неизвестной планеты, находящейся за орбитой Урана. Вычислить координаты новой планеты было не просто, ибо до того времени таких задач не доводилось решать ни одному астроному.

Первым за решение новой проблемы принялся молодой Джон Кауч Адамс (1819—1892), ставший впоследствии профессором астрономии в Кембридже (Англия). В 1843 г., сразу же по окончании университетских занятий в Кембридже, он начал размышлять над тем, какое влияние на движение Урана оказала бы планета, обращающаяся по орбите, большая полуось которой составляла бы (в соответствии с законом Тициуса—Боде) 38,8 астрономических единиц ($n=7$). В 1843—1845 гг. Адамсу удалось найти несколько вариантов решения этой задачи и даже вычислить массу и положение неизвестной планеты на небе. О результатах своих вычислений Адамс сообщил директору обсерватории в Кембридже Джеймсу Чаллису (1803—1882) и директору обсерватории в Гринвиче Джорджу Бидделлу Эйри (1801—1892). Оба ученых, зная, сколь трудна поставленная Адамсом задача, отнеслись с недоверием к его вычислениям и не стали торопиться с проверкой того, действительно ли находится в указанном месте новая планета.

Тем временем директор Парижской обсерватории Доминик Франсуа Жан Араго (1786—1853) сумел заинтересовать трудной задачей известного математика Урбана Жана Жозефа

Леверье (1811—1877). В 1845 г. Леверье представил Парижской академии наук решение задачи, а через год вычислил положение новой планеты. Как выяснилось впоследствии, оно лишь незначительно отличалось от положения, предсказанного Адамсом.

Узнав о расчетах Леверье, Эйри и Чаллис резко изменили свое отношение к вычислениям Адамса. Чаллис начал поиски в указанном районе в созвездии Водолея, но, не имея под рукой надежных карт неба, был вынужден приступить к составлению каталога звезд обследуемого района. Эта вспомогательная работа отняла у него довольно много времени, а поскольку ему еще приходилось заниматься обработкой наблюдений, то планеты он так и не открыл, хотя, сам того не ведая, в течение короткого промежутка времени наблюдал ее.

Леверье не ограничился тем, что изложил результаты своих вычислений в докладе, представленном 31 августа 1846 г. Парижской академии наук. Одновременно он разослал нескольким астрономам-наблюдателям письма с просьбой произвести необходимые наблюдения. Одно из писем попало в Берлинскую обсерваторию, обладавшую новыми и надежными картами неба. Иоганн Готтфрид Галле (1812—1910), бывший в то время ассистентом, тотчас же принялся за поиски, хотя директор обсерватории, Иоганн Франц Энке (1791—1861), считал подобное занятие пустой тратой времени и советовал ему выбросить затею из головы. В первый же вечер, 23 сентября 1846 г., Галле обнаружил новую планету на расстоянии $1'$ от вычисленного места. Новая планета получила название Нептун.

И хотя впоследствии оказалось, что вычисленная Леверье орбита отличается от истинной, все же открытие

Нептуна было огромным триумфом небесной механики и лежащего в ее основе закона всемирного тяготения.

Стоит заметить, что аналогичная ситуация возникла и в начале XX в., когда в движении Нептуна обнаружили явные возмущения, что навело астрономов на мысль обратиться к поискам следующей планеты, расположенной за орбитой Нептуна. В 1915 г. американский любитель астрономии Персиваль Ловелл (1856—1916), получивший широкую известность своими наблюдениями Марса, опубликовал вычисления, относящиеся к определению орбиты неизвестной планеты, но лишь после пятнадцатилетних систематических поисков, проведенных в основанной Ловеллом обсерватории (Ловелловская обсерватория во Флагстаффе, США), Клайд Томбо в январе 1930 г. открыл планету Плутон.

В XVIII в. и в первой половине XIX в. в астрономии безраздельно господствовали астрометрия* и небесная механика. Методы последней были доведены до совершенства. По словам одного из наиболее выдающихся творцов небесной механики Пьера Симона Лапласа (1749—1827), современная ему астрономия попросту превратилась в гигантскую задачу механики. Однако в XIX в. начали развиваться новые разделы астрономии, такие, как, например, звездная астрономия, занимающаяся изучением пространственного распределения и движения звезд, начало которой было положено еще в конце XVIII в. трудами Вильяма Гершеля, или возникшая в середине XIX в. астрофизика, в задачу которой входит изучение

* Астрометрия — раздел наблюдательной астрономии, занимающийся определением точных положений на небе звезд, планет и т. д.

физических характеристик небесных тел.

Применение в астрономических исследованиях спектрального анализа, фотометрии и фотографии позволило установить химический состав Солнца, звезд, атмосфер планет, а также господствующие на них физические условия: температуру, давление, электрические и магнитные поля. Современная теория строения звезд как самостоятельная научная дисциплина сложилась под влиянием успехов, достигнутых физикой, особенно в области строения атома. Исследования, проводимые в этом новом разделе астрономии, особенно интенсивно развивались в текущем столетии и привели к выводу о том, что звезды, а следовательно, и Солнце, представляют собой огромные газовые шары, температура на поверхности которых достигает от 2 до 100 тысяч градусов, а вблизи центра — десятков миллионов градусов. Эти газовые шары сохраняют свою форму вследствие равновесия между гравитационным притяжением газа к центру и направленным к их периферии давлением газа и излучения.

Оказалось, что Солнце не играет сколько-нибудь заметной роли во Вселенной, а является всего лишь одной из небольших звезд, которые в гигантском звездном скоплении, называемом Галактикой, или Млечным Путем, занимает далеко не центральное положение, находясь на огромном расстоянии от ее середины. Даже наша Галактика не может претендовать на роль центра бесконечной Вселенной. Нет сомнения и в том, что Солнце — не единственная звезда, обладающая планетами. Поэтому актуальной становится проблема, выдвинутая еще Джордано Бруно, — поиск других планет, населенных разумными существами.

Развитие астрономии убедительно продемонстрировало всю бессмысленность разделения неба и Земли, противопоставления их как областей, в каждой из которых действуют свои, особые законы. Еще небесная механика доказала, что и движения предметов на Земле, и движения небесных тел в неизмеримых пространствах Вселенной подчиняются одним и тем же законам. Затем спектральный анализ Солнца и звезд позволил сделать вывод о том, что эти тела, как и все прочие небесные тела, состоят из тех же самых химических элементов, которые встречаются на Земле. Кроме того, как показали астрофизические исследования, атомы на Земле, Солнце и звездах подчиняются одним и тем же законам. Таким образом, современная наука располагает весьма общими и чрезвычайно убедительными доказательствами единства материи и единства законов, управляющих ее превращениями, во Вселенной. Поколения ученых своими трудами неопровержимо установили, что мир материален и познаваем, и тем самым подвели прочный фундамент под научное, материалистическое мировоззрение.

Изложенные выше предпосылки, а также накопление богатого экспериментального материала привело к появлению двух новых астрономических дисциплин: космологии и космогонии. Первая из них видит свою задачу в том, чтобы дать общее, синтетическое описание Вселенной, вторая — в исследовании процессов, приводящих к возникновению, развитию и гибели небесных тел. Космогония исходит из представления о том, что вечно существующей Вселенной материя претерпевает нескончаемые превращения, вследствие чего каждый объект имеет свое начало и свой конец.

Первые попытки создания космогонии относятся к XVIII в., однако в то время и даже в XIX в. космогония занималась лишь проблемой возникновения солнечной системы. Несмотря на то что вопрос об эволюции звезд был поставлен еще в прошлом веке,

подлинные исследования в этом направлении начались лишь в XX в.

Современная астрономия достигла невиданных успехов, о которых ученые прошлых столетий не смели и мечтать. Не следует, однако, забывать, что основы ее были заложены в коперниковских *De Revolutionibus*.



25. ТРИУМФ ИДЕЙ КОПЕРНИКА

...Встречая каждый раз сторонника мнений Коперника, я выпрашивал его, всегда ли он придерживался такого воззрения, и скольким я ни предлагал этот вопрос, я не нашел ни одного, кто бы не сказал мне, что он долгое время придерживался противоположного мнения и перешел к теперешнему под влиянием силы доводов, его убедивших.

Галилео Галилей «Диалог о двух важнейших системах мира — птолемеевой и коперниковской». День второй

Коперниковская система мира, являясь основой современных представлений о мироздании, одержала победу в двухсотлетней борьбе с реакционной геоцентрической теорией. Сопротивление, которое пришлось с первых же шагов преодолевать новому учению, имеет вполне понятные причины — ведь речь шла о принятии новой, необычайно смелой концепции, опрокинувшей устоявшиеся, освященные многовековой традицией схемы и вызвавшей коренные изменения в нашем подходе к окружающему миру. Многие не могли понять, оценить и воспринять сущность новой теории. Многие просто не желали соглашаться с ней и отвергали ее до тех пор, пока следствия из нее, выходящие далеко за рамки чистой астрономии, не привели к фундаментальной перестройке характера научного мышления.

В XVII в. произошло четкое размежевание позиций. С одной стороны появилась группа решительных и последовательных сторонников теории Коперника, причем некоторые из них, например Джордано Бруно, извлекали из гелиоцентрической системы далеко идущие выводы о сущности мира. С другой стороны церковь

столь же решительно выступила против теории Коперника. Ее позиция выразилась в официальном запрете нового учения. Однако вопреки всем запретам интерес к сочинению Коперника не угас, и когда первое издание *De Revolutionibus* разошлось, в Базеле в 1566 г. вышло второе, а в Амстердаме в 1617 г. — третье издание.

Развитие коперниковской идеи сначала происходило медленно. Сказывалось не только противодействие столь могущественного противника, как церковь, но и отсутствие прямых доказательств правильности утверждения о движении Земли. Сам же Коперник приводил в своем труде в подтверждение своих рассуждений лишь доводы логического порядка, правда, весьма сильные и легкие для понимания. Открытия Галилея и Кеплера также не дали необходимых доказательств, а лишь подкрепили уже имевшиеся ранее аргументы сторонников теории Коперника. В то же время эти открытия неопровержимо доказали ошибочность системы Птолемея, хотя отзвуки последней сохранились в рамках системы мира Тихо Браге. Следующим большим шагом вперед явилась формулировка Ньюто-

ном закона всемирного тяготения и вытекающих из этого закона следствий. Поскольку и закон всемирного тяготения, и созданная на его основе небесная механика имели право на существование лишь в рамках гелиоцентрической системы, достижения новой области знания значительно упрочили позиции гелиоцентризма, став чем-то средним между веским аргументом, подтверждающим его правильность, и убедительным доказательством того же. Ситуация изменилась коренным образом лишь после открытия Брадлеем аберрации света. Впервые движение Земли получило прямое и неопровержимое доказательство. К этому времени система Коперника уже пользовалась в научных кругах всеобщим признанием. Лишь церковь и покорные ей ученые упорно придерживались старых, давно изживших себя взглядов. Однако их позиция становилась все более шаткой под влиянием идей эпохи Просвещения, носивших ясно выраженный рационалистический и материалистический характер. Эпоха Просвещения, став идейным преемником Возрождения, пошла значительно дальше. Способствуя развитию науки, росла и ширилась пропаганда прогрессивных воззрений.

Распространение идей гелиоцентризма началось еще в середине XVII в. Выдающуюся роль в популяризации гелиоцентризма сыграли знаменитые географические атласы, издававшиеся в Голландии. В их вступительной части, посвященной астрономии, излагалась система Коперника. Среди изданий, которые приобрели особую известность, следует назвать атлас Яна и Вильгельма Блау, вышедший первым изданием в 1620 г. и вскоре затем переизданный еще раз. Не менее ценный атлас был

выпущен в 1661 г. Андреем Целлариумом.

Начали появляться, причем не только в Польше, но и за ее пределами, биографии Коперника. После первой, так и не увидевшей света биографии Коперника, написанной Ретиком, биографию фромборкского астронома в 1580—1600 г. написал итальянец Б. Бальди. Опубликована она была лишь в 1707 г. Следующая биография великого астронома, принадлежавшая перу М. Адамса, появилась в 1615 г., а вышедшему затем амстердамскому изданию *De Revolutionibus* была предпослана биография Коперника, написанная профессором Гронингенского университета (Голландия) М. Мюллером (Мюлериусом).

Росло число работ, пропагандирующих учение Коперника. Две такие работы, а именно вышедшие в 1638 и 1640 гг. книги *Discovery of a New World* [Открытие нового мира] и *Discourse of a New Planet* [Рассуждение о новой планете], опубликовал Джон Уилкинс (1614—1672), английский естествоиспытатель, ставший впоследствии епископом, один из основателей Королевского общества. В первой из них излагалась гипотеза о том, что Луна населена разумными существами, во второй доказывалось, что Земля не занимает особого положения в солнечной системе, являясь лишь одной из планет. Обе книги несколько раз переиздавались в течение XVII в., в 1656 г. были переведены на французский, а в 1713 г. — на немецкий язык. Уилкинс, будучи решительным поборником теории Коперника, так же как и Джордано Бруно, разделял мысль о множественности обитаемых миров. Против своих оппонентов, прибегавших к теологическим аргументам, Уилкинс выдвигал утверждение о

том, что Библию надлежит понимать не дословно и что высказываемые им новые взгляды ничем не противостоят самой религии. Он мечтал о космических полетах, полагая, что в будущем людям удастся побывать на Луне. Уилкинс наивно считал, что птиц можно выдрессировать так, чтобы они на своих крыльях донесли человека до нашего естественного спутника.

Не прошел мимо идеи о множественности миров и Христиан Гюйгенс. Он рассуждал следующим образом. Коль скоро наша Земля, представляющая собой лишь одну из планет и ничем особенным не выделяющаяся среди прочих членов солнечной системы, обитаема, то и остальные планеты также должны быть обитаемы. Из предпосылки об универсальном характере фундаментальных законов природы и гармоническом протекании ее явлений Гюйгенс делал вывод о том, что обитатели других планет должны во всем походить на людей, жить в обществе, обладать членораздельной речью и владеть письмом. Одновременно Гюйгенс резко выступал против иезуита Афанасия Кирхера (1601—1680) за его фантастические представления о строении мира, основанные на системе Браге, за утверждения о неподвижности Земли, о «небесном разуме», приводящем в движение небесные тела, а также за веру в астрологию. Во Франции широкой известностью пользовалась изданная в 1686 г. книга под названием *Entretiens sur la pluralité des mondes* [Рассуждение о множественности миров], автором которой был писатель, философ и популяризатор науки Бернар Ле Бовье де Фонтенель (1657—1757). Предназначенная для изысканного великосветского общества, эта книга содержала популярное изложение теорий Коперника и Де-

карта в форме диалога между философом и маркизой. Сам автор, известный своим блестящим остроумием и глубиной суждений, был одним из салонных «львов» своего времени.

Ширившееся с каждым годом распространение коперниковского учения делало все более безнадежной любую попытку бороться с ним. Не вызывавшая более никаких сомнений правильность гелиоцентрической теории побудила некоторых прогрессивно настроенных мыслителей, например Лейбница и просвещенного польского магната Юзефа Александра Яблоновского, обратиться к папе с просьбой об изъятии коперниковских *De Revolutionibus* из списка запрещенных книг. Несмотря на это, церковь упорно не желала пойти на уступки и лишь под натиском прогресса науки и неопровержимых доказательств движения Земли вынуждена была в 1758 г. снять наложенный еще ранее полный запрет на издание книг о движении Земли. Однако сочинения Коперника, Галилея и Кеплера по-прежнему оставались в «Индексе». Упорное отрицание ставшей очевидной для всех истины не могло не нанести существенного ущерба авторитету церкви, и руководство церкви вынуждено было, наконец, признать свое поражение. В 1828 г. конгрегация кардиналов в Риме постановила изъять из списка запрещенных книг сочинения Коперника, Галилея и Кеплера. Решение конгрегации не было объявлено во всеуслышание. Просто в изданный в 1835 г. список запрещенных книг не были включены произведения названных выше авторов, а также и другие книги, пропагандирующие идею движения Земли.

Хотя формально окончательная победа гелиоцентрической теории Коперника была одержана лишь в



Список запрещенных книг (Index librorum prohibitorum)

INDEX LIBRORUM

PROHIBITORUM

SANCTISSIMI DOMINI NOSTRI

BENEDICTI XIV.

PONTIFICIS MAXIMI

Jussu recognitus, atque editus

Aditus per hunc librum sunt omnes libri prohibiti.



ROMÆ M. DCC. LXIV.

Ex Typographia Rev. Cameræ Apostolicæ.

CUM SUMMI PONTIFICIS PRIVILEGIO.

Список запрещенных книг (Index librorum prohibitorum)

XIX в., ее фактический триумф был достигнут еще в XVIII в., когда она завоевала всеобщее признание в научных сферах, если не считать реакционных католических университетов, где в соответствии с запрещением нового учения преподавание все еще строилось на основе геоцентризма.

Измерение звездных параллаксов, как и открытис aberrации света, явившееся прямым доказательством движения Земли, имело огромное значение, ибо не только еще раз подтвердило движение Земли, но и доказало правильность представлений Коперника, считавшего звезды распо-

женными так далеко, что «годовой путь Земли, а тем более ее внешние размеры — ничто по сравнению с расстоянием до звезд». Ведь еще Тихо Браге считал, что звезды находятся от Земли не на столь большом расстоянии, чтобы их параллаксы нельзя было измерить имевшимися в его распоряжении инструментами, и, обнаружив параллакса у звезд, отверг теорию Коперника как ошибочную. В XIX в. выяснилось, сколь сильно заблуждался знаменитый наблюдатель. Чтобы представить себе огромное расстояние, отделяющее нас от звезд, приведем следующее сравнение. Диаметр земной орбиты, составляющий 300 млн. км, с ближайшей звезды виден под углом всего лишь в $1''{,}5$. Под таким углом была бы видна однокопеечная монета с расстояния 2 км, и столь малый угол астрономы сумели измерить еще в 1840 г. В нашем столетии астрономы научились измерять параллаксы, примерно в 50 раз меньшие. Под таким углом, который умеют измерять современные астрономы, однокопеечная монета была бы видна с расстояния 100 км. Расстояния, отделяющие нас от звезд, действительно огромны. Чтобы прийти от ближайшей звезды на Землю, свету, распространяющемуся со скоростью 300 000 км/с, требуется более 4 лет, а от самых далеких звезд, расстояние до которых удалось измерить геометрическими методами, свет идет около 200 лет. Однако и геометрические методы позволяют измерить расстояние лишь до звезд, расположенных «достаточно близко» к Солнцу. Параллаксы же большинства звезд так малы, что их можно измерить лишь косвенными методами. Просторы Вселенной оказались гораздо шире, чем могли себе представить ученые прошлых эпох.



NON PAREM PAULO GRATIA REQUI-
RO VENIAM PETRI NEQ. POSCO, SED QUA
IN CRUCIS LIGNO DEDERAS LATRONI.
SEDULUS ORO.

Портрет Коперника из собора св. Яна в Торуни

Чтобы лучше представить себе эти огромные расстояния, сравним их с размерами солнечной системы. Среднее расстояние от Земли до Солнца, или так называемая астрономическая единица, составляет, как мы уже говорили, приблизительно 150 млн. км. Самая далекая из планет, Плутон, обращается вокруг Солнца на расстоянии 40 астрономических единиц, а от ближайшей звезды нас отделяет расстояние в 270 000 астрономических единиц. Сопоставление этих двух чисел, 40 и 270 000, говорит само за себя. Если бы, строя модель Вселенной, мы изобразили бы Солнце в виде шарика диаметром 1 см, то Землю нам пришлось бы изобразить в виде бусинки диаметром 0,1 мм и поместить на расстоянии 1 м от нашего игрушечного «светила». Самую далекую из планет — Плутон, также имеющую вид крохотного шарика, нам пришлось бы поместить на расстоянии 40 м, а ближайшую звезду отнести на 270 км. Предвидение Коперника, утверждавшего, что звезды находятся на чудовищных расстояниях от Земли, блестяще подтвердилось.

После того как человеческая мысль проникла в звездные просторы Вселенной, мир открылся перед человеком. Звезды оказались солнцами, подобными нашему Солнцу, подчиняющимися тем же физическим законам, которые были открыты для Земли и нашей планетной системы. Выяснилось, что Солнце является центральным телом только нашей планет-

ной системы и не занимает особого, чем-то выделенного положения среди других звезд. Такой вывод, разумеется, не противоречил гелиоцентрической теории Коперника, а представлял собой ее дальнейшее развитие.

Триумф теории Коперника не следует ограничивать всеобщим признанием гелиоцентризма и капитуляцией церкви. Гелиоцентрическая теория проложила путь современной астрономии, каждое достижение которой является в то же время и успехом идей Коперника. Выдающиеся успехи, достигнутые в XIX в. небесной механикой, увенчали развитие гелиоцентризма. Ошеломляющий поток астрофизических открытий, позволивших осуществить заветную мечту многих поколений ученых — создать физически обоснованную картину мира, подтвердил фундаментальный вывод, следующий из теории Коперника, о принципиальном единстве материи и законов ее развития во всей Вселенной. Начавшиеся в последние годы космические полеты, гордость человечества XX века, также явились следствием победы, одержанной теорией Коперника, и результатом ее развития.

Теория Коперника навсегда останется непревзойденным вкладом в сокровищницу человеческих знаний, ибо она не только послужила фундаментом всех наук о Вселенной, но и сыграла огромную роль в формировании современных научных представлений об окружающем нас мире.



26. НА РОДИНЕ КОПЕРНИКА

*Среди нескончаемой вереницы людских дел, су-
етных и мелких, лишь две разновидности неиз-
менно удостаиваются искренних похвал: дела
правосудия, создающие, поддерживающие и на-
саждающие общественный порядок, и открытия,
которые, даруя нам физические законы мира,
умножают силу и власть людей.*

Я. Снядецкий «О Копернике»

Интерес к теории Коперника и его личности в Польше имел, имеет и будет иметь особый характер, и это понятно. Если для других народов Коперник был лишь знаменитым астрономом, то для нас, поляков, он является еще и великим соотечественником, гордостью польского народа. Именно в этом обстоятельстве коренится причина нашего особого интереса к жизни и деятельности великого астронома. Со временем интерес этот лишь усилился, ибо нам пришлось отстаивать принадлежность Коперника к польской нации от притязаний воинствующего германского национализма.

С момента своего возникновения теория Коперника вызывала интерес в Польше. Еще в 1549 г. Хиляри из Вислицы, профессор астрономии Краковской академии, выпустил в свет астрономический справочник, составленный на основе коперниковских таблиц. Новый подъем интереса к сочинению Коперника вызвало соединение Сатурна и Юпитера 24 августа 1563 г., которое наблюдали многие профессора университета. Поскольку момент столь тесного сближения планет, что Юпитер заслонил собой Сатурн, оказался в хорошем согласии с вычисленным заранее у Коперника, в то время как по «Альфонсинским таблицам» соединение долж-

но было наступить лишь на другой день, краковские профессора сочли, что таблицы Коперника заслуживают того, чтобы им уделяли больше внимания. К результатам исследований Коперника, по-видимому, проявляли живой интерес Николай из Шадка, Петр из Пробошевиц, Станислав Якобеус и Ян Мусцениус. В 1578—1580 гг. Валентин Фонтана (1536—1618) даже выступил в Краковской академии с циклом лекций о коперниковских *De Revolutionibus*. Вычисленные Коперником таблицы движения планет нашли практическое применение при составлении «прогностиконов» — календарей с предсказаниями — и астрологических гороскопов.

В конце XVI в. были отмечены первые акты, направленные на увековечение памяти Коперника. В 1581 г. на стене собора во Фромборке была открыта мемориальная плита астронома, а в промежутке между 1582 и 1589 гг. в костеле св. Яна на родине Коперника в Торуни помещена мемориальная доска.

В середине пятидесятых годов XVI в. в Краков после долгих странствий по Германии, Италии, Чехии и Силезии вернулся Иохим Ретик. Здесь он провел несколько лет, занимаясь медициной и астрологией, а затем в течение некоторого времени

<p><i>Philosophum Magis Alberti die secunda ince- pit ac ad finem legit. per alium.</i></p>	
<p><i>M. Martinus Ius- domus Aristotelis lib- rum die secunda ince- pit ad finem legit. per alium.</i></p>	<p><i>M. Valentinus Fonta- nus Copernicum de Re- volutionibus continua- do die secunda incepit ad finem legit.</i></p>
<p><i>M. Anselmus Baren- mus continuationem Pla- tonis prima die incepit et ad finem consultatione eis legit.</i></p>	<p><i>M. Venceslaus Bzen- nius Continuatione M. A. Iohannis tertii die incepit et ad finem legit.</i></p>
<p><i>M. Stanislaus Carle- mer Grammaticam Gre- cam Michaileri. et carmi- na Pythagore. 2 die ince- pit. ad finem legit. per alium.</i></p>	
<p><i>M. Albertus Tanshi- Rhetoricam Cic. ad Hie- nium prima die incepit.</i></p>	

Запись о лекции Фонтаны, посвященной теории Коперника

исполнял даже обязанности придворного лекаря и астролога короля Зигмунда-Августа. В 1574 г. Ретик отправился в Венгрию, в город Кошиц, где вскоре после приезда (4 декабря того же самого года) умер.

За время своего пребывания в Кракове Ретик выступил с множеством начинаний: привез с собой рукопись *De Revolutionibus* и думая о подготовке ее нового издания, вознамерился написать комментарий к *De Revolutionibus* и даже обратился в связи с этим к чешскому астроному Тадеушу Гайка (1525—1600) с предложением принять участие в работе. Однако осуществить свои планы Ретик не успел. Он приступил также к работе над изданием сферической тригонометрии и сферической астро-

номии Яна Вернера, но выпустил лишь предисловие к этой книге. Кроме того, Ретик начал колоссальную, если иметь в виду вычислительные средства того времени, работу по составлению 5-, 10- и 15-значных таблиц тригонометрических функций с шагом в 10". Закончил составление этих таблиц после многолетней работы его ученик Валентин Отон уже после смерти Ретика. Помимо работ, связанных с изданием книг и составлением таблиц, Ретик намеревался проводить наблюдения и для этого, опираясь на финансовую поддержку богатого горожанина Яна Бонера, построил вблизи Тыльца обелиск высотой более десяти метров. Как видно из написанного им предисловия к книге Вернера, схема наблюдений, задуманных Ретиком, была в общих чертах намечена еще Коперником и тесно связана с проблематикой, поднятой фромборкским астрономом. За все время своего пребывания в Кракове Ретик не опубликовал ни одной наблюдательной работы и ничем особенно себя не проявил. Объяснялось это, по-видимому, тем, что Ретик распылял свои силы, занимаясь одновременно многими вопросами. Несмотря на это, его знали и ценили не только в Кракове, но и за пределами Польши, а Пьер де Ля Раме даже пригласил его в Париж.

В XVII в. теория Коперника исчезла из стен Краковской академии, что, несомненно, было связано с наложенным церковью запретом на гелиоцентризм. Наступил период упадка краковской астрономии, а ее представители в XVII и XVIII вв. были скорее астрологами, чем астрономами. Среди них не нашлось ученых того масштаба, каким в свое время был Войцех из Брудзева.

Приятным исключением в этот период по праву можно назвать мате-

матика Яна Бросциуса, прозванного впоследствии Брожеком (1585—1652), родом из Куржелова в Келецком воеводстве. Признавая заслуги Коперника и даже преклоняясь перед великим астрономом, Ян Брожек тем не менее в своих сочинениях не выступал поборником гелиоцентрической теории, по-видимому, опасаясь преследований со стороны церкви. Осторожность не мешала ему живо интересоваться (с 1613 г.) жизнью и деятельностью Коперника. В 1618—1620 гг. Брожек совершает большую поездку в Торунь и Вармию, чтобы собрать реликвии, сохранившиеся после смерти великого астронома. Ему удалось собрать обширный материал к биографии Коперника, в том числе более 20 писем Гизе к Копернику и какую-то книгу. К сожалению, Брожек не опубликовал собранных им материалов, а они сами впоследствии бесследно исчезли. До нас дошли лишь два письма Гизе, попавших в руки Брожека, которые он успел издать перед отъездом из Вармии. Брожеку удалось разыскать в Вармии и семь стихотворений религиозного содержания под общим названием *Septem sidera* [«Семь звезд»]. Имя автора на рукописи указано не было, однако Брожек решил, что поэмы написаны Коперником, и опубликовал их сразу же по возвращении в Краков в 1620 г., а затем — вторым изданием — в 1629 г. В течение долгого времени считалось, что автором «Семи звезд» является Коперник. Лишь в XX в. после тщательного анализа выяснилось, что он не мог быть их автором. Есть основания предполагать, что они принадлежат перу неизвестного автора, жившего во второй половине XVI в. и бывшего членом ордена иезуитов.

Публикуя псевдокоперниковские поэмы на религиозные темы, Брожек,



Ян Брожек

по-видимому, стремился защитить от церкви самого Коперника, сочинения которого были тогда внесены в список запрещенных книг. Доказать церковникам правильность гелиоцентрической теории было трудно, зато гораздо легче было доказать набожность ее автора. Вероятно, с этой же целью Брожек еще в 1614 г. опубликовал небольшое сочинение о том, что Коперник якобы заменил старые, «поганые», созвездия новыми, «христианскими».

Лишенный критического чутья и преисполненный энтузиазма, Брожек подхватил и также опубликовал слышанный им в Вармии рассказ о том, будто Коперник был создателем водопровода во Фромборке. Легенда прижилась и продержалась до нашего времени. Более того, в XVIII и XIX вв. Копернику приписывали даже строительство водопровода в Бра-

неве, Грудзёндзе, Торунь, Гданьске, Любаве, Пенёжне и Дзялдове. Лишь позднейшие более тщательные критические исследования доказали несостоятельность этих сведений.

В 1626 г. шведы захватили Пруссию и Вармию. Фромборкская библиотека и архив были вывезены в Швецию. Коперниковские книги и документы оказались в Стокгольме и Упсале и хранятся по сей день в библиотеках этих городов.

Однако еще до того, как документы, относящиеся к жизни и деятельности Коперника, попали в руки шведов, польский писатель и историк Шимон Старовольский (1588—1656) в выпущенных им в 1625 и 1627 гг. изданиях книги *Scriptorum Polonicorum Hekatonas* [Сто польских писателей] изложил среди прочих и биографию великого астронома. Наиболее вероятно, что автором биографии Коперника во втором издании был Брожек. Другую биографию творца гелиоцентрической теории под названием *De vita et scriptis Nicolai Copernici Commentatio* [Рассуждение о жизни и сочинениях Николая Коперника] составил в 1658 г. Марцин Радыминский. Начиная с середины XVII в. польских сторонников Коперника можно было встретить в кругах, не связанных с Краковской академией. Виднейшим из них был гданьский астроном, снискавший своими работами европейскую славу, Ян Гевелий (1611—1687). Учителем его был также житель Гданьска и сторонник Коперника Петр Крюгер (1580—1639), в молодости усовершенствовавший свои астрономические познания в обсерватории Браге близ Праги, где он встретился и подружился с Кеплером. Гевелий, будучи влиятельным человеком, построил за собственный счет в Гданьске богато оборудованную обсерваторию и провел в ней

много ценных наблюдений. Особое значение имели проведенные им наблюдения поверхности Луны, которые легли в основу современной селенографии*. Гевелий наблюдал также кометы, определял положения звезд, занимался составлением небесного атласа, открыл несколько новых созвездий, в том числе созвездие Щит Собеского, названное им так в честь правившего тогда короля Яна III Собеского (обычно это созвездие называют кратко «Щит»). Гевелий был решительным последователем теории Коперника и, опираясь на нее, высказал в 1675 г. утверждение о том, что кометы движутся в пространстве по параболам. Его ученик, Г. С. Дёрфель, доказал в 1681 г., что комета 1680 г. действительно двигалась по параболе, в фокусе которой находится Солнце.

Столь же решительным сторонником Коперника был и находившийся в близких отношениях с Гевелием известный деятель арианства Станислав Любенецкий (1623—1675). Вследствие изданного в 1658 г. эдикта, обрекавшего ариан на изгнание, Любенецкий покинул пределы Польши и переехал в Амстердам, где в 1667 г. издал обширный трактат *Theatrum Cometicum* [Театр комет], который содержал не только список всех известных комет и комментарии к ним, но и краткое изложение теории Коперника.

В эпоху правления королей саксонской династии вместе со всеобщим упадком наступил и упадок науки. Не удивительно, что научный уровень Краковской академии в этот период не только не возрос, но и заметно понизился. Большинство ученых

* Селенография — раздел астрономии, занимающийся описанием поверхности Луны.

в Западной Европе считали гелиоцентрическую теорию Коперника доказанной неопровержимыми фактами. Гелиоцентрическая теория была признана и в преобразованной реформе Петра Великого России. И лишь в Кракове безраздельно господствовала средневековая геоцентрическая астрономия. В качестве характерного примера, иллюстрирующего научный уровень Краковской академии того времени, сошлемся лишь на то, что в 1738 г. кафедру астрономии занял Ян Юзеф Пшипковский. Его заслуги перед наукой состояли в том, что он выпустил книгу, в которой «доказал» бессмысленность теории Коперника!

Положение несколько улучшилось лишь во второй половине XVIII в., когда начало явственно ощущаться влияние основных течений эпохи Просвещения. Идеи Просвещения в первую очередь распространялись в университетских кругах. Под влиянием этих идей оживилась деятельность наиболее светлых и прогрессивных умов того времени. Прежде всего здесь следует отметить князя Юзефа Александра Яблоновского (1711—1777), новгородского воеводы. Этот глубоко образованный человек, покровитель науки и искусств, член Французской академии, издал в 1670 г. во Львове работу под названием *De Motu Telluris* [О движении Земли], в которой старался убедить церковь в правильности учения Коперника и в необходимости изъять сочинение великого астронома из списка запрещенных книг.

Три года спустя Яблоновский принял одновременно в Гданьске и в Риме повторное издание своей книги, ходатайствуя перед папой (правда, безрезультатно) об изъятии *De Revolutionibus* из списка запрещенных книг. Вскоре после это-

2.

О КОПЕРНИКУ.

Rozwiązanie zdania, które Towarzystwo Warszawskie Przyjaciół Nauk do odpowiedzi ogłosiło: Oddając hołd winnyemu pochwale; Mikołajowi Kopernikowi pokazać, iak wiele mu u inne były Nauki Matematyczne, mianowicie Astronomia w wieku, w którym żył: z których poprzedników, iak wiele i takim sposobem korzystał; i iak wiele mu są winne w czasie teraźniejszym.

przez JANA ŚNIADECKIEGO, z grona tegoż Towarzystwa.

Opinatum commenta deest dies, Naturae iudicia confirmat: Cicero de nat. Deor.

Stan Astronomii przed Kopernikiem.

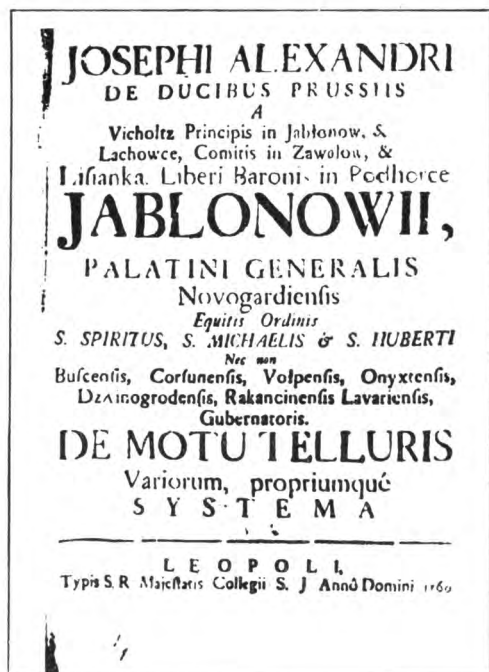
W drugim wieku Ery Chrzescianskiy sławny szkoly Alexandryjskiy Astronom Klau-dyusz Ptolomusz, zrobił rozłgły i szcowny zbiór myśli i potrzężeń Astronomicznych, rozszerzonych po wielu pismach, a zaktawionych od Chaldeyckich i poprzedników swych w tey samej szkole. Lubo na dwie

F.

Титульный лист из книги Яблоновского
De Motu Telluris

го, в 1768 г., иезуит Григорий Аракелович (1732—1798), преподаватель коллегии в Люблине, издал в Перемышле трактат *Dissertatio cosmologica in qua de Copernicani Systematis cum philosophia, sacrisque praesertim litteris congruentia questio discutitur* [Космологическое рассуждение, в котором обсуждается вопрос о том, как система Коперника согласуется с философией и в особенности со священным писанием], в котором пытался доказать совместимость основных положений теории Коперника с Библией. Почти одновременно (в 1765 г.) в Варшаве вышли в свет в переводе Евстахия Дембицкого «Рассуждения о множественности миров» Фонте-нея.

Важную роль в улучшении положения науки сыграла основанная в



Первая страница книги Я. Снядецкого
«О Копернике»

1773 г. Комиссия народного просвещения. Действуя в ее рамках, Гуго Коллонтай (1750—1812) реорганизовал в 1780 г. Краковский университет, который одновременно был переименован в Главную школу Короны. Коллонтай, назначенный в 1782 г. ректором этого учебного заведения, руководил им до 1786 г.

Реформа Краковского университета ликвидировала в нем пережитки средневековья, превратив его в учебное заведение нового типа. Цель реформы состояла в модернизации преподавания и науки, секуляризации учебного заведения*, формиро-

* Секуляризация учебного заведения — передача его из-под контроля церкви в ведение светских властей. — *Прим. перев.*

вании кадров учителей, медиков, естествоиспытателей, юристов, а также в гражданском воспитании студентов.

Особую поддержку получили находившиеся там ранее в полном забвении естественные науки и в их числе астрономия. Подъемом и модернизацией краковской астрономии университет во многом обязан тесно сотрудничавшему с Коллонтаем Яну Снядецкому (1756—1830). Получив образование сначала в Кракове, а затем в Геттингене, Лейдене, Утрехте и Париже, Снядецкий в 1781 г. занял в Краковском университете кафедру математики, а через год — кафедру астрономии. С самого начала своей деятельности Снядецкий читал лекции не на латыни, а на польском языке, не боялся новшеств, разрушая ранее существовавшие средневековые традиции. Темой своей вступительной лекции Снядецкий избрал «Похвалу Копернику», как давнему питомцу университета. В 1791 г. по инициативе Снядецкого в Кракове была основана астрономическая обсерватория, в которой занимались изучением новейших (по тому времени) проблем астрономии.

Особая заслуга Снядецкого заключается в том, что в 1802 г. в ответ на призыв Варшавского общества любителей наук он опубликовал книгу «О Копернике». В этой книге Снядецкий просто и изящно изложил теорию Коперника, объяснил ее значение для дальнейшего развития астрономии и, что следует особенно подчеркнуть, выступил в защиту принадлежности Коперника к польской нации. Выступление это было весьма своевременным, ибо немецкие ученые утверждали, что фромборкский астроном был по своей национальной принадлежности немцем. Необходимо отметить, что эта тенденция сохрани-

лась у некоторых националистически настроенных представителей немецкой науки и в наше время. Великолепное изложение Снядецкого способствовало росту популярности творца современной астрономии не только в Польше, но и далеко за ее пределами.

О спросе на книгу Снядецкого свидетельствует хотя бы тот факт, что в 1814 и в 1818 гг. вышли еще два ее издания. Книга неоднократно переводилась и на иностранные языки. Французский перевод книги выдержал три издания: в 1803, 1818 и 1820 гг., итальянский вышел в свет в 1830 г., английский — в 1823 г. и, наконец, персидский (в сокращенном изложении) — в 1826 г. Однако Варшавское общество любителей наук по-прежнему обращалось ко всем желающим с призывом написать книгу о Копернике. В 1802 г. два члена общества, Тадеуш Чацкий и Марцин Мольский, отправились во Фромборк на поиски документов и реликвий, связанных с жизнью Коперника. Во Фромборке они посетили собор и дом, где жил астроном, в Ольштыне осмотрели его квартиру и остатки построенных при нем солнечных часов.

Вещественные результаты их поисков были, однако, ничтожны: Чацкому и Мольскому удалось найти лишь несколько писем Коперника и его подписи в актах капитула. Из предполагаемой гробницы Коперника Чацкий и Мольский извлекли несколько истлевших костей и с благоговением перенесли их в так называемый храм Сибиллы в Пулавах — основанную Чарторыйскими сокровищницу польских святынь. Лишь значительно позже выяснилось, что перенесенными оказались останки не Коперника, а основателя Фромборка епископа Генрика Флеминга. Кроме того, Чацкий



Я. Снядецкий

и Мольский привезли из своей поездки не подтвердившиеся впоследствии сообщения об инженерных трудах Коперника.

В 1809 г. власти Варшавского княжества по предложению Станислава Стапица приняли решение поставить в Торuni памятник Копернику. Однако этому решению не суждено было осуществиться, ибо по постановлению Венского конгресса Торунь отошла к Пруссии. В 1815 г. было решено соорудить памятник Копернику в Варшаве. Дело затянулось на пятнадцать лет, и лишь 11 мая 1830 г. состоялось открытие памятника работы известного датского скульптора Бертеля Торвальдсена (1768—1844). Памятник был поставлен в Краковском предместье перед зданием Варшавского общества любителей наук. В настоящее время это здание принадлежит Польской академии наук и называется «Дворец Стапица». Пып-



De Revolutionibus. Издание Барановского (1854 г.)

ные торжества по случаю открытия памятника не обошлись без досадного происшествия. Ксендзы-миссионеры из расположенного поблизости костела св. Креста отказались проводить предусмотренное в плане богослужение, ссылаясь на то, что теория Коперника была осуждена церковью. Весьма знаменательно, что эта демонстрация враждебного отношения церкви к Копернику произошла уже после того, как *De Revolutionibus* были вычеркнуты из списка запрещенных книг.

По мере того как имя Коперника обретало все большую известность, причем не только в Польше, но и во всей Европе, все сильнее становились попытки представить великого астронома немецким ученым. Ясно, что поляки не могли бездействовать в подобной ситуации. Против незаконных

притязаний выступили работавшие во Франции в первой половине XIX в. члены Варшавского общества любителей наук: Адам Кржыжановский, Игнаций Рихтер и Винцент Карчевский. Разумеется, названные ученые не были единственными защитниками теории Коперника и его принадлежности к польской нации, действовавшими за пределами Польши. В конце XIX в. в Риме работал Артур Вольтский (1844—1893), основатель и первый директор римского музея Коперника.

Великим событием явилось издание в 1854 г. в Варшаве под редакцией варшавского астронома Яна Барановского (1800—1879) латинского и польского текста *De Revolutionibus*.

На латинском языке труд великого преобразователя астрономии выходил уже в четвертый раз, но перевод на польский язык был первым. Кроме самих *De Revolutionibus*, в издание входили биография Коперника, *Narratio prima* Ретика, трактат о монете и ряд важнейших писем и документов Коперника, а также ошибочно приписанные Копернику стихи «Семь звезд». Следует подчеркнуть, что в издании Барановского впервые было опубликовано предисловие самого Коперника к книге первой, изъятая Осияндером.

Во второй половине XIX в. значительно активизировалась деятельность как польских, так и немецких исследователей творчества Коперника.

Среди многочисленных авторов, полное перечисление которых здесь вряд ли было бы уместно, следует назвать двух: поляка, ксендза Игнация Польковского и немца Леопольда Прове. В 1873—1875 гг. Польковский издал «Альбом Николая Коперника», «Жизнь Николая Коперника» и боль-

шой трехтомный труд «Коперникана, или материалы к сочинениям и биографии Николая Коперника». Необходимо подчеркнуть, что Польковскому приходилось работать на территории Польши, захваченной Пруссией, во времена канцлерства Бисмарка, то есть в период, отнюдь не легкий для поляков. Прове помимо ряда небольших работ опубликовал в 1883—1885 гг. трехтомный труд *Nicolaus Copernicus*. Следует отметить, что благодаря богатому фактическому материалу, собранному в результате фундаментальных исследований многочисленных источников, работа Прове приобрела широкую известность среди ученых и послужила основой для многих более поздних работ.

Основоположителем современных польских оригинальных и критических исследований жизни и творчества Коперника по праву считается профессор Ягеллонского университета в Кракове, историк точных наук Людвик Антонин Биркенмайер (1885—1929). Главными работами его в этой области являются: «Николай Коперник» (1900) и *Stromata Copernicana* — исследования, поиски и биографические материалы (1924). Исследованиями творчества Коперника занимался и его сын Александр Биркенмайер (1890—1967), известный историк науки позднего средневековья.

Среди его многочисленных работ имеются и ценные исследования, относящиеся к Копернику, в особенности тщательно составленный комментарий к изданной в 1953 г. в Польше первой книги *De Revolutionibus*.

Среди работ, вышедших между первой и второй мировыми войнами, выделяется своим объемом и богатством фактического материала изданная в 1938 г. книга варшавского ас-

ронома Иеремиа Васьютыньского «Коперник — творец нового неба».

В послевоенный период в Польше было опубликовано много, хотя и небольших, статей и книг о Копернике.

Самым ярким событием явилось издание в 1953 г. под редакцией Александра Биркенмайера первой книги *De Revolutionibus*. Латинский текст был тщательно выверен известным специалистом по классической филологии Рышардом Гансицеком, а перевод на польский язык осуществил Мечислав Брожек. В Год Коперника в Польше подготовлено к печати собрание всех писем Коперника.

С 1953 г. Польша стала обладательницей бесценной рукописи *De Revolutionibus*, вернувшейся после долгих перипетий на родину. После смерти Ретика рукопись перешла в собственность его ученика Валентина Отона. Затем она много раз меняла владельцев и в XVII в. попала в библиотеку графа Ностица. В этой библиотеке (в Праге) она долго пролежала, не привлекая ничьего внимания.

Первое упоминание о ней относится к 1788 г., но подробная опись была опубликована лишь в 1840 г. Позднее рукопись была передана в библиотеку Пражского университета. В 1953 г. правительство Чехословакии подарило бесценную рукопись Польше. В настоящее время она хранится в Ягеллонской библиотеке в Кракове. Факсимильное издание ее было осуществлено в Польше в 1971 г. В 1943 г. исполнилось 400 лет со дня смерти Николая Коперника и выхода в свет *De Revolutionibus*. К сожалению, условия гитлеровской оккупации не позволили отметить эту важную дату. Торжества по этому поводу состоялись лишь в 1953 г. В 1973 г. исполняется 500 лет со дня рождения великого творца гелиоцентрической

теории, которое на этот раз будет праздноваться в свободной Польше. Намеченные торжества будут носить международный характер, ибо отмечаться будет ровно половина тысячелетия со дня рождения человека, «остановившего Солнце и приведшего в движение Землю». Однако опровергатель современной астрономии был

прежде всего сыном нашего народа, воспитанником Краковского университета, ученым и гражданином Польши. Следовательно, мы имеем полное право гордиться нашим великим соотечественником. Вместе с тем это налагает на польскую науку важное обязательство быть достойной прекрасной коперниковской традиции.



ЛИТЕРАТУРА

1. *Баев К. Л.*, Коперник, М., изд-во Журнально-газетного объединения, 1935.
2. *Баев К. Л.*, Создатели новой астрономии. Коперник, Бруно, Кеплер, Галилей, изд. 2-е, М., 1955.
3. *Блажко С. Н.*, Коперник, М. — Л., 1926.
4. *Вейнберг Я. И.*, Николай Коперник и его учение, Спб., 1873.
5. *Венециан*, Николай Коперник (1473—1543). Краткий биографический очерк, М., Московский планетарий, 1940.
6. *Гатцук А. А.*, Николай Коперник, основатель новой астрономии, М., Общество распространения полезных книг, 1873.
7. *Герасименко М. П.*, Николай Коперник — выдающийся экономист эпохи раннего капитализма, изд. 2-е, Киев, изд-во АН УССР, 1954.
8. *Гребенников Е. А.*, Николай Коперник, М., изд-во «Наука», 1973.
9. *Гурев Г. А.*, Коперниковская ересь в прошлом и настоящем, изд. 3-е, перераб., М., ГАИЗ, 1937.
10. *Гурев Г. А.*, Учение Коперника и религия, М., изд-во АН СССР, 1961.
11. *Дубицкий И. К.*, О Копернике как враче, географе, геометре, дипломате и философе-астрономе, Рига, 1873.
12. *Дубицкий И. К.*, О Копернике как славянине, Рига, 1873.
13. *Идельсон Н. И.*, Николай Коперник, М. — Л., изд-во АН СССР, 1943.
14. *Поль А.*, Коперник, Галилей, Кеплер, М., 1911.
15. *Николай Коперник*, О вращениях небесных сфер. Малый комментарий. Послание против Вернера. Упсальская запись. Перевод проф. И. Н. Веселовского. Статья и общая редакция чл.-корр. АН СССР А. А. Михайлова, М., изд-во «Наука», 1964.
16. Николай Коперник (1473—1543). Сб. статей к 400-летию со дня смерти, М. — Л., 1947.
17. Николай Коперник. Сб. статей и материалов. К 410-летию со дня смерти, М., изд-во АН СССР, 1955.

18. *Кочетков А.*, Коперник. Драматическая поэма в 3 частях, 9 сценах с прологом и эпилогом, М., изд-во «Искусство», 1938.
19. *Ревзин Г. И.*, Николай Коперник, М., изд-во «Молодая гвардия», 1949.
20. *Родин А. Ф.*, День борцов за науку (Коперник, Бруно, Галилей), М., 1925.
21. *Рыбка Э.*, Николай Коперник, Варшава, изд-во «Полония», 1967.
22. *Савич А. Н.*, Коперник, Спб., 1873.
23. *Уйбо А. А.*, Из истории борьбы науки против религии, М., изд-во «Знание», 1956.
24. *Щеглов В. П.*, Николай Коперник — великий реформатор естествознания, Ташкент, изд-во АН УзССР, 1954.
25. *Энгельгардт М. А.*, Н. Коперник, его жизнь и научная деятельность, Спб., 1892.
26. *Энгельгардт М. А.*, Николай Коперник, София, 1946.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От редакции	7
Предисловие авторов к русскому изданию	8
От авторов	9

I СТАРОЕ

1. Зарождение астрономии	13
2. В тени зиккуратов и пирамид	19
3. Мир греческих философов	25
4. Александрийские ученые	38
5. Мусульманские астрономы	51
6. Средневековая Европа	58

II РЕВОЛЮЦИЯ

7. Возрождение	75
8. Родословная Коперника	84
9. Alma mater Cracoviensis	92
10. В солнечной Италии	101
11. На службе у дяди-епископа	116
12. Последняя война с крестоносцами	132
13. Хозяйственные дела	144
14. Фромборкские годы	156
15. Рождение великой теории	169
16. Создание книги	176
17. Печатание великого труда	185
18. De Revolutionibus	195
19. Значение теории Коперника	223

III НОВОЕ

20. Первые сторонники и противники . .	235
21. <i>Errur si muove</i>	250
22. Гармония Мира	267
23. Рождение небесной механики . . .	278
24. На пути к современной астрономии .	295
25. Триумф идей Коперника	306
26. На родине Коперника	313

УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ!

Ваши замечания о содержании книги, ее оформлении, качестве перевода и др. просим присылать по адресу: 129820, Москва, И-110, ГСП, 1-й Рижский пер., дом 2, изд-во «Мир».

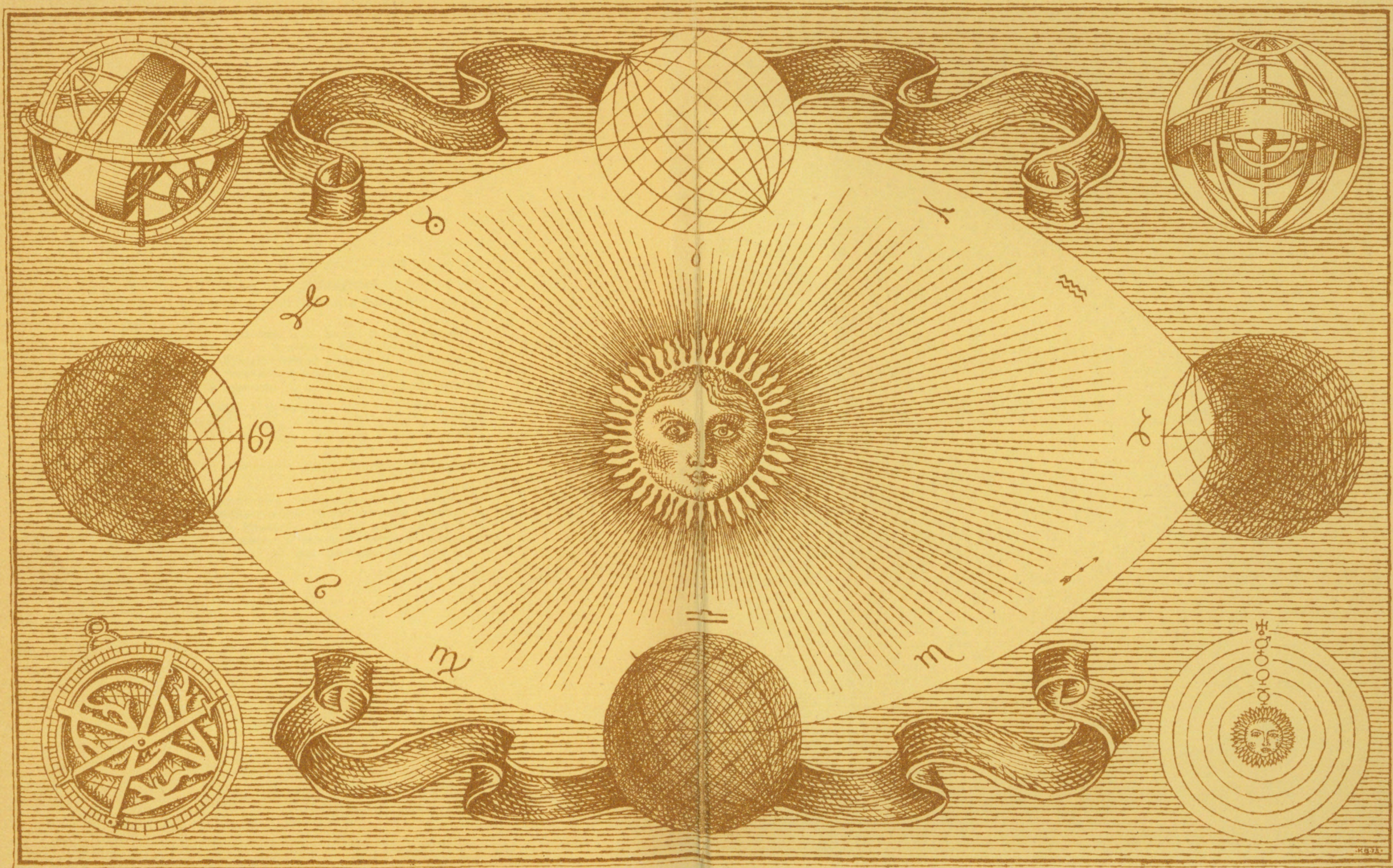
Е. Рыбка, П. Рыбка
КОПЕРНИК
ЧЕЛОВЕК и МЫСЛЬ

Редакторы И. Г. Вирко, Л. В. Самсоненко
Художник В. И. Кёйдан
Художественный редактор И. А. Шаврова
Технический редактор Е. С. Потапенкова
Корректоры О. Ф. Иванова и С. М. Лебедева

Сдано в набор 30/V 1973 г. Подпис. к печ.
23/XI 1973 г. Бум. тип. № 1. 70×90^{1/16}.
Бум. л.—10,25. Печ. усл. л. 23,99. Уч.-изд.
л. 22,21. Изд. № 27/7383. Цена 1 р. 96 к.
Зак. 430.

Издательство «Мир», Москва, 1-й Рижский
пер., 2

Ярославский полиграфкомбинат «Союзполи-
графпрома» при Государственном комитете Со-
вета Министров СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли. Ярославль,
ул. Свободы, 97.



Е. РЫБКА
П. РЫБКА
*
КОПЕРНИК
*
ЧЕЛОВЕК
И
МЫСЛЬ



Е. РЫБКА, П. РЫБКА КОПЕРНИК



ЧЕЛОВЕК И МЫСЛЬ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»

Книга краковских астрономов Е. Рыбки и П. Рыбки — увлекательный рассказ об одном из самых значительных событий в истории астрономии — создании великим польским ученым Николаем Коперником гелиоцентрической системы мира. Авторы знакомят читателя с историей астрономии — одной из древнейших наук, показывают тесную связь чисто астрономических проблем с проблемами мировоззрения и рисуют интересный, насыщенный портрет самого Коперника — человека, нашедшего в себе силы порвать с тысячелетней традицией.

Книга, выпускаемая в год 500-летнего юбилея Коперника, рассчитана на широкие круги читателей, интересующихся историей науки и культуры.