

# СТИВЕН ХОКИНГ



## НА ПЛЕЧАХ ГИГАНТОВ

ХРОНОЛОГИЯ РЕВОЛЮЦИОННЫХ ИДЕЙ  
О ПРИРОДЕ ВСЕЛЕННОЙ



Мир Стивена Хокинга

Сборник  
**На плечах гигантов**

«Издательство АСТ»

2004

УДК 524.8  
ББК 22.68

## **Сборник**

На плечах гигантов / Сборник — «Издательство АСТ»,  
2004 — (Мир Стивена Хокинга)

ISBN 978-5-17-982752-8

Чтобы дать верные ответы на фундаментальные вопросы о Вселенной, понадобились века и смелость нескольких ученых. Николай Коперник в трактате «О вращении небесных сфер», Галилео Галилей в «Диалоге о двух главнейших системах мира», Иоганн Кеплер в «Гармонии мира», Исаак Ньютон в «Математических началах натуральной философии» и Альберт Эйнштейн в своих многочисленных статьях о принципе относительности открыли современникам глаза на то, как устроен небесный свод и что происходит за пределами видимости телескопа. Именно эти работы и эти идеи изменили направление научной мысли, а более ранние – ознаменовали переход от Средневековья к современности. Выдержки из оригинальных текстов дополнены комментариями Стивена Хокинга, который составил также биографический очерк для каждого из авторов, чтобы читатель мог проследить глобальную эволюцию астрофизических воззрений и ход мыслей частного гения.

УДК 524.8  
ББК 22.68

ISBN 978-5-17-982752-8

© Сборник, 2004  
© Издательство АСТ, 2004

## Содержание

О приведенных фрагментах	7
Введение	9
Николай Коперник (1473–1543)	11
Жизнь и деятельность	12
О вращениях небесных сфер	24
Конец ознакомительного фрагмента.	32

# **Стивен Хокинг**

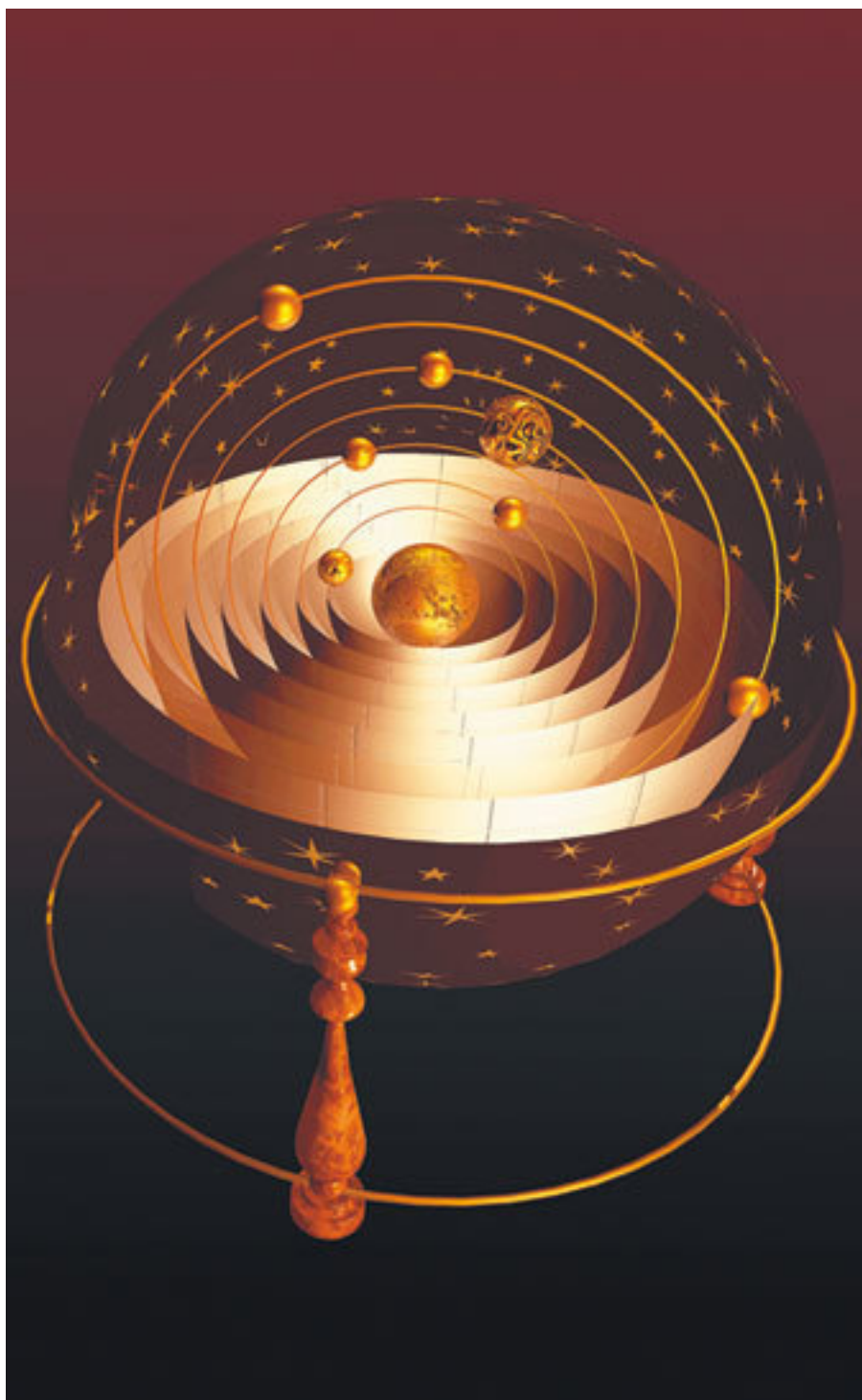
## **На плечах гигантов**

© Стивен Хокинг, 2004

© The Book Laboratory Inc. (иллюстрации), 2004

© ООО «Издательство АСТ», 2018

\* \* \*



## О приведенных фрагментах

Приведенные в этой книге фрагменты сочинений великих ученых взяты из авторитетных опубликованных переводов, переведены впервые («Гармония мира») или переведены специалистами заново («Принцип относительности»).

*Другие важные замечания*

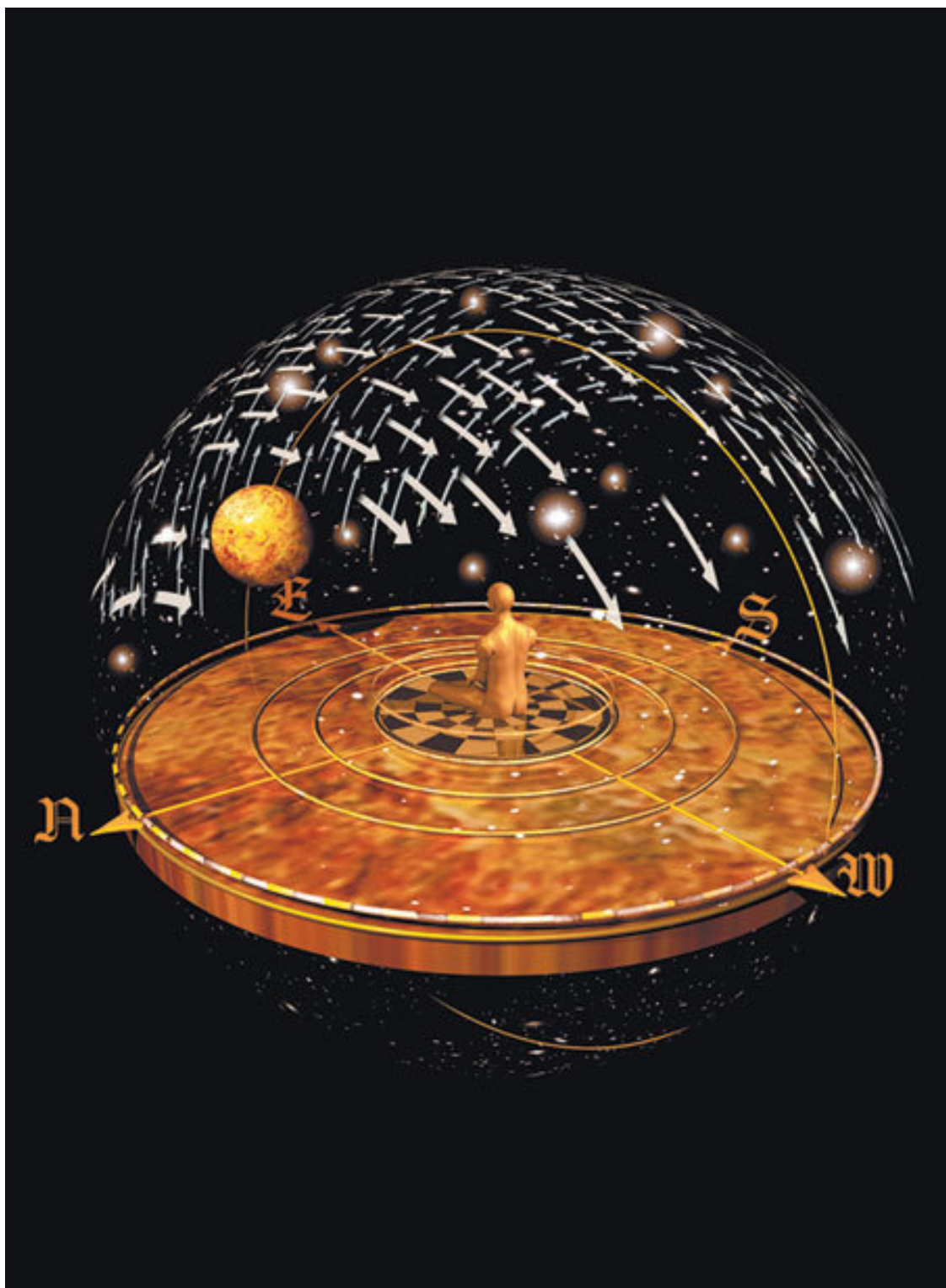
Трактат «О вращении небесных сфер» Николая Коперника вышел в свет в 1543 году под заголовком *De revolutionibus orbium coelestium*.

«Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых наук» Галилео Галилея выпущены в свет в 1638 году под заголовком *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla meccanica & i movimenti locali* в голландском издательском доме Эльзевиров, основанном Лодевейком Эльзевиром.

Мы выбрали Пятую книгу из «Гармонии мира» Иоганна Кеплера. Эту работу Кеплер завершил 27 мая 1618 года, и она вышла в свет под заголовком *Harmonices Mundi*.

«Математические начала натуральной философии» Исаака Ньютона вышли в свет в 1687 году под заголовком *Philosophiae naturalis principia mathematica*.

Мы выбрали пять работ Альберта Эйнштейна из сборника «Принцип относительности» Х. Лоренца, А. Вайля, А. Эйнштейна и Г. Минковского, вышедшего в 1922 году под заголовком *Das Relativitätsprinzip*.



**Вселенная по Птолемею.** Птолеме́й, один из самых авторитетных гре-ческих астрономов того времени, предложил геоцентрическую теорию, сохранявшую главенствующее положение в течение 1400 лет. Представления Птолемея о Солнце, планетах и звездах давно признаны ошибочными, однако наше мировосприятие остается птолемеевским. Мы говорим, что Солнце восходит на востоке (хотя по отношению к Земле Солнце неподвижно), по-прежнему наблюдаем вращение небес над головой и ориентируемся на север, юг, запад и восток, словно забывая, что Земля круглая.



## Введение

«Я видел дальше других лишь потому, что стоял на плечах гигантов», – писал Исаак Ньютон Роберту Гуку в 1676 году. Хотя Ньютон имел в виду свои открытия в оптике, а не более важный труд по законам всемирного тяготения и движения, этот афоризм очень точно отражает суть научного прогресса, как и развития цивилизации вообще: прогресс – это последовательность достижений, каждое из которых основано на том, что было сделано раньше. Именно такова тема этой интереснейшей книги, где читатель имеет возможность по оригинальным текстам проследить эволюцию нашей картины устройства небес – от революционного заявления Николая Коперника, что Земля вращается вокруг Солнца, до не менее революционного заявления Альберта Эйнштейна, что пространство и время искривлены и искажены массой и энергией. Перед нами – очень увлекательная история, ведь и Коперник, и Эйнштейн коренным образом изменили наши представления о порядке вещей. Мы распрощались со своим привилегированным положением в центре Вселенной, с вечностью и неизменностью, даже с Абсолютным Пространством и Временем, на смену которым пришли резиновые листы.

Неудивительно, что обе теории встретили яростный отпор: в случае теории Коперника это была инквизиция, в случае теории относительности – фашисты. Сегодня мы склонны отмахиваться от более ранних картин мира, которые предлагали Аристотель и Птолемей, где Земля была в центре мироздания, а Солнце вращалось вокруг: они кажутся нам примитивными. Однако презрения эта модель вовсе не заслуживает, и простенькой ее не назовешь. В ней учитывался вывод Аристотеля, что Земля – не плоский диск, а круглый шар, к тому же она достаточно точно выполняла свое основное назначение, то есть позволяла предсказывать видимое положение небесных тел на небосводе для астрологических целей. В сущности, модель Птолемея была ничуть не менее точной, чем еретическое предположение, что Земля и планеты вращаются по круглым орбитам вокруг Солнца, которое выдвинул Коперник в 1543 году.

Галилей посчитал предположение Коперника правдоподобным не потому, что оно лучше соответствовало наблюдаемым позициям планет, а потому, что оно отличалось простотой и элегантностью в противоположность запутанным эпициклам модели Птолемея. В «Математических доказательствах, касающихся двух новых отраслей науки» персонажи Галилея – Сальвиати и Сагрето – выдвигают убедительные доводы в пользу Коперника. Однако автор дает возможность третьему персонажу – Симпличио – отстаивать правоту Аристотеля и оставаться при мнении, что Земля покоится, а Солнце вращается вокруг нее.

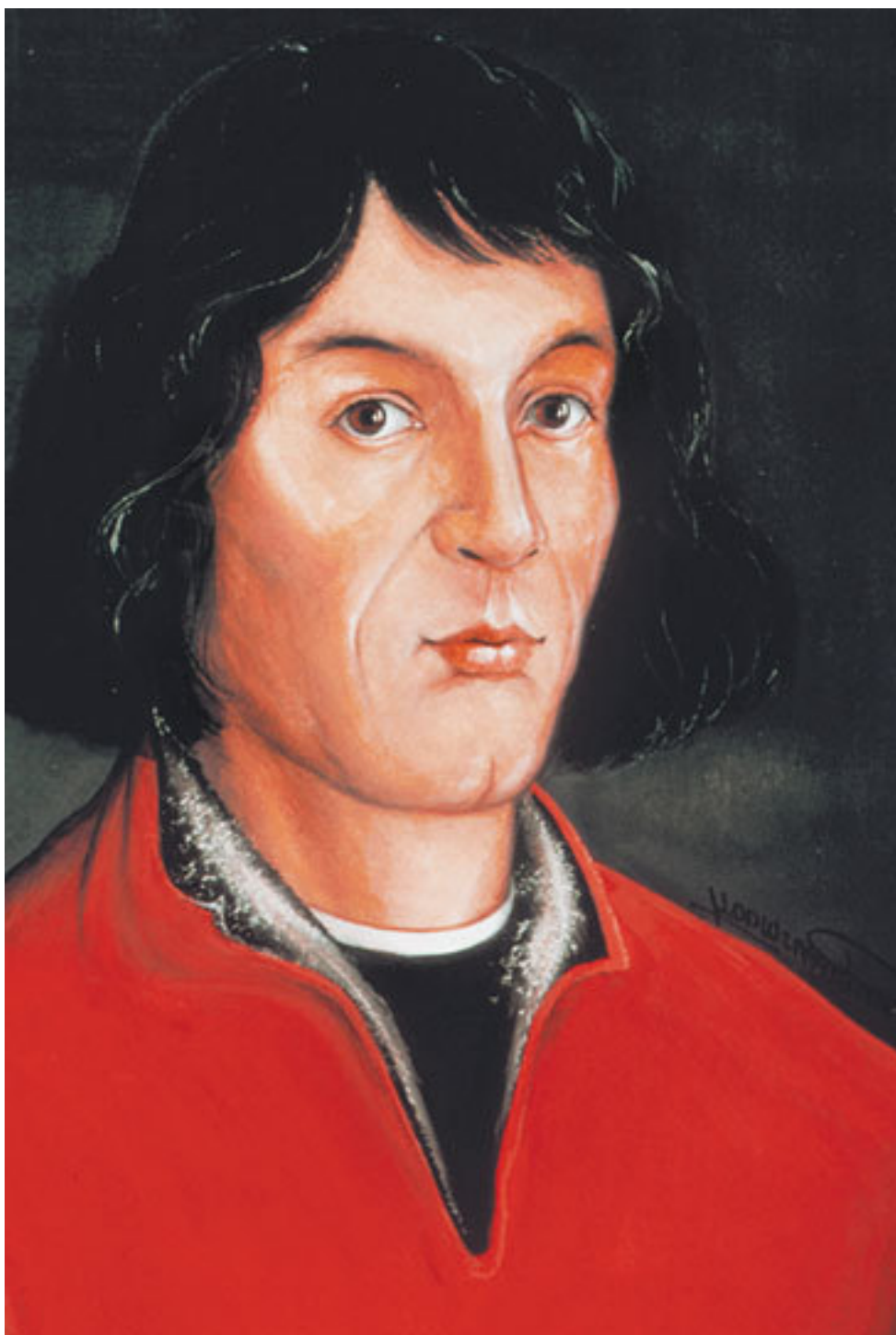
Геоцентрическая модель окончательно утратила правдоподобие лишь после того, как Кеплер уточнил гелиоцентрическую модель, а Ньютон снабдил ее законами движения. Это был серьезнейший сдвиг в наших представлениях о Вселенной: если мы не в центре, каков тогда смысл нашего существования? Какое дело Господу Богу и законам природы до того, что творится на третьем камешке от Солнца, куда забросил нас Коперник? Современные ученые, что называется, перекоперниковали Коперника – пытаются построить модель Вселенной, где человек (которому пора перестать зазнаваться) не играет вообще никакой роли. Хотя этот подход позволил сформулировать объективные безличные законы, управляющие Вселенной, он так и не сумел объяснить, по крайней мере пока, почему Вселенная устроена именно так, а не иначе, ведь законы физики допускают и другие конфигурации вселенных.

Некоторые ученые утверждают, что это лишь временное затруднение: как только мы выведем теорию всего, она однозначно предскажет и состояние Вселенной, и силу гравитации, и массу и заряд электрона, и так далее. Однако многие особенности Вселенной (например, то, что мы живем на третьем камешке, а не на втором или четвертом) представляются очень уж произвольными и случайными, едва ли их предскажет какая-то всемогущая главная формула. Многие, в том числе и я, считают, что появление такой сложной структурированной Вселен-

ной на основании простых законов требует так называемого антропного принципа, который возвращает нам привилегированное центральное положение, на которое мы стеснялись претендовать со времен Коперника. Антропный принцип основан на самоочевидном факте, что мы не стали бы задавать вопросы о природе Вселенной, если бы в ней не было звезд, планет и стабильных химических соединений наряду с остальными предпосылками для зарождения жизни (разумной?) в привычном для нас виде. Если теория всего однозначно опишет состояние Вселенной и ее содержимого, это состояние попадет в крошечное подмножество вариантов, допускающих зарождение жизни, что будет крайне примечательным совпадением.

Однако труды последнего мыслителя из нашего сборника – Альберта Эйнштейна – допускают и другую возможность. Эйнштейн сыграл важную роль в развитии квантовой теории, согласно которой у системы, оказывается, не одна история, как можно было бы подумать, а несколько, более того, у нее есть все возможные истории, но у каждой своя вероятность. Кроме того, Эйнштейн – практически единственный творец общей теории относительности, в рамках которой пространство и время искривлены и наделены динамикой. Это означает, что на них распространяются законы квантовой теории – а следовательно, у самой Вселенной есть все возможные формы и истории. Большинство историй совсем не подходят для развития жизни, однако найдется несколько, в которых соблюдены все условия. И пусть вероятность этих историй очень мала по сравнению с остальными – это неважно: ведь если во Вселенной нет жизни, ее некому наблюдать. Хватает и того, что существует по крайней мере одна история, в которой развивается жизнь, и мы с вами тому свидетельство, хотя, вероятно, эта честь досталась нам не за разумность. Ньютон говорил, что «стоял на плечах гигантов». Однако, как ясно видно из этой книги, наше понимание устройства мироздания не развивается медленно и постепенно, нам недостаточно просто изучать работы предшественников. Иногда – как было с Коперником и Эйнштейном – нам нужно совершить интеллектуальный скачок и коренным образом изменить картину мира. Быть может, Ньютону надо было сказать: «Я прыгнул с плеч гигантов, как с трамплина».

## **Николай Коперник (1473–1543)**

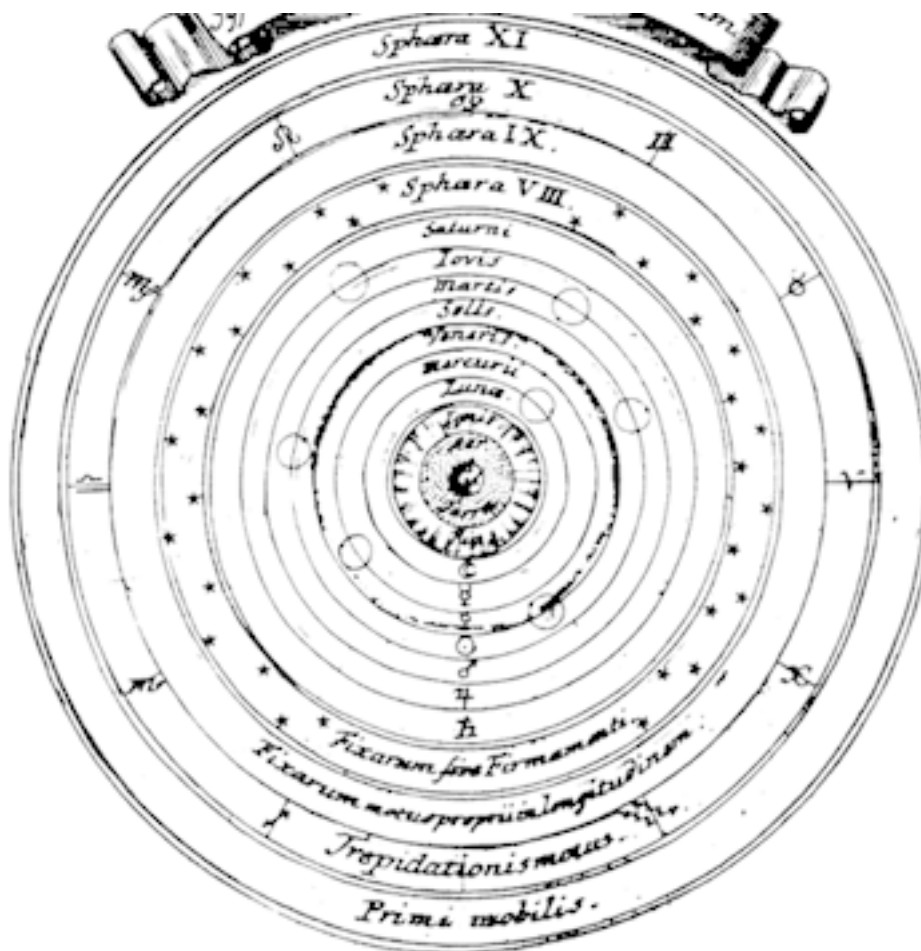


## Жизнь и деятельность

Николая Коперника, польского священника и математика, жившего в XVI веке, часто называют отцом современной астрономии. Это почетное звание досталось ему потому, что он первым пришел к выводу, что Солнце и планеты не вращаются вокруг Земли. Разумеется, мысль о том, что Вселенная гелиоцентрична, то есть в ее центре находится Солнце, а не Земля, высказывалась уже давно: об этом говорил еще Аристарх (ум. в 230 г. до н. э.). Однако до Коперника никто не задумывался об этом всерьез. И все же, чтобы понять, насколько огромен вклад Коперника в развитие науки, важно учесть, как оценивали подобное открытие религия и культура того времени.

Еще в IV веке до н. э. греческий мыслитель и философ Аристотель (384–322 до н. э.) описал планетную систему в своей книге «О небе» (*De Caelo*) и сделал вывод, что поскольку во время затмений тень Земли на Луне всегда круглая, мир не плоский, а шарообразный. Кроме того, Аристотель предположил, что Земля круглая, на основании того, что если наблюдать за удаляющимся кораблем, легко заметить, что его корпус скрывается за горизонтом раньше парусов.

Согласно геоцентрическим представлениям Аристотеля Земля неподвижна, а планеты – Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн, – а также Солнце и Луна движутся вокруг Земли по круглым орбитам. Кроме того, Аристотель считал, что звезды неподвижно закреплены на небесной сфере, и по его масштабам Вселенной получалось, что расположена эта звездная сфера сразу за орбитой Сатурна. Аристотель был уверен, что все движение происходит по идеальным окружностям, и подвел надежную базу под то, что Земля неподвижна. Ведь если бросить камень с вершины высокой башни, он упадет прямо вниз. Он не полетит на запад, как можно было бы ожидать, если бы Земля вращалась с запада на восток (Аристотель не учитывал, что сам камень может участвовать во вращении Земли). В попытке примирить физику с метафизикой Аристотель выдвинул гипотезу «перводвигателя»: он считал, что за наблюдаемым движением звезд на небесной сфере стоит какая-то загадочная сила. Эту модель Вселенной приветствовали и приняли богословы, которые зачастую утверждали, что «перводвигатели» – это ангелы, поэтому представления Аристотеля не теряли актуальности на протяжении столетий. Многие современные исследователи считают, что из-за того, что религиозные власти повсеместно приняли теорию Аристотеля, сильно замедлился научный прогресс: оспорить представления Аристотеля значило пойти против самой церкви.

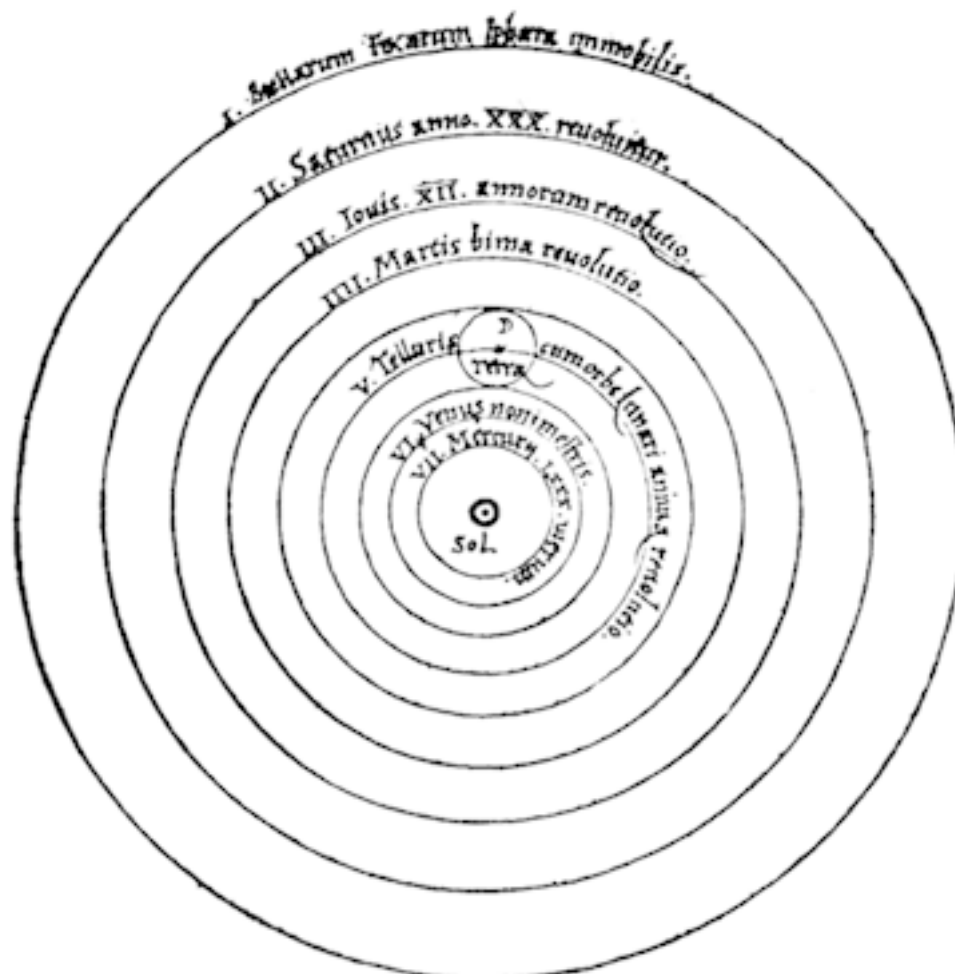


### *Геоцентрическая модель Вселенной Птолемея.*

Через 500 лет после смерти Аристотеля египтянин по имени Клавдий Птолемей (ок. 100–170 н. э.) предложил модель Вселенной, которая точнее предсказывала движение и поведение небесных сфер. Птолемей, как и Аристотель, считал, что Земля неподвижна. Предметы падают к центру Земли, заключил он, поскольку Земля закреплена в центре Вселенной. В дальнейшем Птолемей разработал систему движения небесных тел по эпициклам (окружностям, центры которых, в свою очередь, движутся по окружностям большего диаметра). Для этого он несколько сместил Землю с центра Вселенной и этот новый центр назвал «эквант»; это воображаемая точка, позволяющая учесть наблюдаемое движение планет. Подобрал размеры окружностей, Птолемей смог точнее предсказывать движение небесных тел. Геоцентрическая система Птолемея не особенно противоречила идеям западного христианства, поскольку оставляла во Вселенной простор за сферой неподвижных звезд, где вполне могли разместиться небеса и преисподняя, поэтому Церковь приняла модель Птолемея и объявила ее истинной.

Картина мира по Птолемею и Аристотелю, претерпев несколько существенных уточнений, главенствовала на протяжении более тысячи лет. Лишь в 1514 году польский священник Николай Коперник возродил гелиоцентрическую модель Вселенной. Коперник предложил применять ее исключительно как модель для вычисления положения планет, поскольку опасался, что Церковь объявит его еретиком, если он объявит, что его гипотеза описывает реальность. Изучение движения планет убедило Коперника, что Земля – всего лишь планета, такая же, как все, а в центре Вселенной находится Солнце. Эта гипотеза и получила название «гелиоцентрическая модель». Революционное открытие Коперника стало одним из величайших переворотов в мировоззрении за всю историю человечества, положило начало современной астро-

номии и оказало колоссальное влияние на науку, философию и религию в целом. Немолодой священник не спешил разглашать свою теорию, чтобы не навлечь на себя гнев церковников, и поделился своими наблюдениями лишь с несколькими астрономами.



### ***Гелиоцентрическая модель Вселенной Коперника.***

Эпохальный труд Коперника *De Revolutionibus* вышел в свет, когда сам ученый был уже на смертном одре – в 1543 году. Коперник не дожил до того, чтобы своими глазами увидеть, какое смятение вызвала гелиоцентрическая теория.

Коперник родился 19 февраля 1473 года в городе Торуни в Польше, в семье купцов и чиновников городской управы. В семье очень ценили хорошее образование. Его дядя Лукаш Ватценроде, епископ-князь Варминский, дал племяннику лучшее академическое образование, какое только можно было получить в Польше. В 1491 году Коперник поступил в Краковский университет, где четыре года проходил общеобразовательный курс, а затем отправился в Италию изучать медицину и юриспруденцию, как было принято у польской знати той эпохи. Во время обучения в Болонском университете, где он впоследствии занял пост профессора астрономии, Коперник жил в доме Доменико Марии де Наваро, знаменитого математика, и стал его учеником. Наваро скептически относился к Птолемею и считал, что астрономия II века давно устарела. В ноябре 1500 года Коперник наблюдал в Риме лунное затмение. Он сохранил страсть к астрономии, хотя еще несколько лет провел в Италии за изучением медицины.

Получив степень доктора церковного права, Коперник вернулся в Польшу и служил врачом при епископском дворе Гейльсберга (Лидзбарк-Варминьски), где жил его дядя. Услуги Коперника были востребованы среди местной знати и высшего духовенства, однако он почти

все время посвящал лечению бедняков. При епископском дворе он занимался также административными делами епархии, а также стал советником дяди. После смерти дяди в 1512 году Коперник переселился во Фромборк и остаток дней посвятил духовным обязанностям каноника. Однако он оставался математиком, медиком и богословом и только теперь приступил к работе над трактатом, прославившим его в веках.



*Интерес к астрономии у Коперника пробудился в 1500 году, когда он наблюдал лунное затмение.*

В марте 1513 года Коперник приобрел у своего капитула 800 обтесанных камней и бочку извести и приступил к оборудованию обсерватории в башне. Там он наблюдал Солнце, Луну и звезды при помощи всевозможных астрономических инструментов – квадрантов, параллактической линейки, астролябии. На следующий год он написал «Малый комментарий о гипотезах, относящихся к небесным движениям» (*De hypothesibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus*), однако публиковать трактат отказался и лишь тайно показывал его избранным друзьям. «Малый комментарий...» стал первой попыткой вынести на обсуждение астрономическую теорию, согласно которой Земля движется, а Солнце находится в покое. Астрономическая система Аристотеля и Птолемея, главенствовавшая в западной культуре в течение столетий, перестала устраивать Коперника. Он считал, что центр Земли – не центр Вселенной, а всего лишь центр орбиты Луны. Коперник пришел к убеждению, что наблюдаемые пертурбации в наблюдаемом движении планет – это результат вращения самой Земли вокруг своей оси и ее перемещения по орбите. «Мы вращаемся вокруг Солнца, как любая другая планета», – писал он в «Комментарии».





***Птолемей с армиллярной сферой. Птолемея часто путали с египетскими фараонами и поэтому изображали с короной на голове.***

Предположение, что центр Вселенной – не Земля, а Солнце, высказывал еще Аристарх в III веке до н. э., однако интеллектуалам и богословам больше импонировала геоцентрическая теория, так что всерьез ее никто, пожалуй, не оспаривал. Коперник благоразумно воздержался от обнародования своих воззрений и предпочел продолжать исследования, не привлекая к себе внимания, проводил математические расчеты, строил хитроумные чертежи и следил, чтобы его идеи не распространялись дальше кружка избранных друзей. Когда в 1514 году папа Лев X приказал епископу Фоссомбронскому узнать мнение Коперника о реформе церковного календаря, польский астроном ответил, что имеющихся знаний о движении Солнца и Луны на протяжении года недостаточно, чтобы даже задумываться о реформе. Однако задача, похоже, увлекла Коперника, поскольку впоследствии он написал папе Павлу III – тому самому, который поручил Микеланджело расписать Сикстинскую капеллу, – и рассказал ему о некоторых своих наблюдениях в соответствующей области, которые семьдесят лет спустя легли в основу григорианского календаря.

И все же Коперник боялся осуждения со стороны общества и церкви и долгие годы втайне расширял и дорабатывал свой «Комментарий». Результатом этих трудов стал трактат «О вращениях небесных сфер» (*De Revolutionibus Orbium Coelestium*), который Коперник завершил в



1530 году, однако воздерживался от публикации в течение 13 лет. Надо отметить, что нежелание обнародовать трактат было вызвано не только риском навлечь на себя проклятие церкви. Коперник во всем стремился к совершенству и считал необходимым постоянно проверять и пересматривать свои наблюдения.

Он по-прежнему выступал с лекциями о принципах планетной теории, в том числе и перед папой Климентом VII, который одобрил его труды. В 1536 году Климент официально потребовал, чтобы Коперник рассказал о своих теориях публично. Однако убедить Коперника выпустить «О вращениях...» в свет сумел лишь двадцатипятилетний Георг Иоахим фон Ретик из Германии, бывший ученик Коперника, который отказался от кафедры математики в Виттенберге ради возможности учиться у него. В 1540 году Ретик помог отредактировать рукопись и представил ее одному издателю-лютеранину в Нюрнберге, положив, в сущности, начало коперниканскому перевороту.

Трактат «О вращениях...» вышел в свет в 1543 году и сразу же подвергся нападкам протестантских богословов, которые сочли, что концепция гелиоцентрической Вселенной противоречит Библии. Они рассудили, что теории Коперника могут привести человека к убеждению, что он всего лишь часть естественного порядка вещей, а вовсе не властелин природы, не центр, вокруг которого организовано все в природе. Из-за противодействия церковников, а возможно, и из-за общего недоверия к идее негеоцентрической Вселенной теорию Коперника за период с 1543 до 1600 года приняло не больше десятка ученых. Тем не менее Коперник не сделал ничего, чтобы преодолеть главную проблему, возникающую в системе, где Земля вращается вокруг своей оси (и по орбите вокруг Солнца): если Земля вертится, непонятно, как на ней удерживаются предметы. Ответ на этот вопрос предложил Джордано Бруно, итальянский ученый, открыто следовавший идеям Коперника, который к тому же предположил, что у пространства нет границ, а Солнечная система, вероятно, лишь одна из множества подобных систем во Вселенной. Кроме того, Бруно разрабатывал некоторые чисто спекулятивные области астрономии, которые Коперник не затронул в трактате «О вращениях...». Итальянский ученый в своих сочинениях и выступлениях утверждал, что во Вселенной бесконечно много планет, населенных разумными существами, и среди них, вероятно, найдутся и те, кто превосходит людей. Подобная дерзость Бруно привлекла внимание инквизиции, он был отдан под суд и признан виновным в ереси. В 1600 году Джордано Бруно сожгли на костре.



***Союз Теологии с Астрономией. Церковь требовала, чтобы астрономические теории соответствовали официальным богословским догматам.***

Однако в целом труд Коперника не оказал непосредственного влияния на астрономию того времени. В трактате «О вращениих...» Коперник предлагал, строго говоря, не гелиоцентрическую, а гелиостатическую модель. Он считал, что Солнце находится не в самом центре Вселенной, а очень близко от него: иначе невозможно было объяснить наблюдаемые отклонения в движении планет с востока на запад и в их яркости. Он утверждал, что Земля делает один полный оборот вокруг своей оси в сутки и один полный оборот по орбите вокруг Солнца в год. В первой книге из шести Коперник выступил с критикой системы Птолемея, в которой все небесные тела вращаются по орбитам вокруг Земли, и установил правильный гелиоцентрический порядок: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер и Сатурн (в то время были известны лишь эти шесть планет). Во второй книге Коперник при помощи математических расчетов (эпициклов и эквантов) объяснил движение звезд и планет и заключил, что движение Солнца совпадает с движением Земли. В третьей книге дано математическое обоснование прецессии равноденствий, которую Коперник считает следствием вращения Земли вокруг своей оси. Оставшиеся книги «О вращениих...» повествуют в основном о движении планет и Луны.

Коперник первым верно определил положение Венеры и Меркурия и с удивительной точностью установил порядок известных планет и расстояние между ними. Он заметил, что Венера и Меркурий ближе к Солнцу, и обратил внимание на то, что они вращаются в пределах орбиты Земли с большей скоростью.



*Коперник с макетом гелиоцентрической модели Вселенной.*

До Коперника считалось, что Солнце – тоже планета. Началом коперниканского переворота и стало помещение Солнца приблизительно в центр планетной системы. Поскольку Коперник сместил Землю с центра Вселенной, где она, как предполагалось, удерживала все остальные небесные тела, ему пришлось разбираться с теориями гравитации. Докоперниковские гипотезы о гравитации предполагали существование лишь одного центра тяготения, Земли, однако Коперник предположил, что у каждого небесного тела, вероятно, свои гравитационные качества, и утверждал, что все тяжелые объекты притягиваются к собственному центру. Это наблюдение в конечном итоге привело к формулировке закона всемирного тяготения, однако произошло это не сразу и не напрямую.

К 1543 году Коперника разбил правосторонний паралич, он заметно сдал и физически, и умственно. При всем своем стремлении к совершенству он, очевидно, был вынужден доверить судьбу своей рукописи кому-то другому на последних этапах издания. Коперник поручил заниматься публикацией «О вращениях...» своему ученику Георгу Ретик, но когда Ретик был вынужден покинуть Нюрнберг, рукопись попала в руки лютеранскому богослову Андреасу Осиандеру. Осиандер, рассчитывая умиротворить сторонников геоцентрической теории,

без ведома и согласия Коперника внес в текст несколько поправок. Он поместил на титульный лист слово «гипотеза», убрал несколько важных абзацев и добавил собственные сентенции, что значительно ослабило авторитет книги и лишило ее убедительности. Рассказывают, что Коперник на смертном одре во Фромборке получил экземпляр своей книги, не подозревая о поправках Осиандера. Почти на сто лет о его идеях почти забыли, но затем настал XVII век, когда великие мыслители – Галилео Галилей, Иоганн Кеплер и Исаак Ньютон – выдвинули свои теории гелиоцентрической вселенной и, в сущности, развенчали воззрения Аристотеля. О скромном польском священнике, перевернувшем представления человечества о Вселенной, писали многие, но лучше всего об открытиях Коперника сказал, пожалуй, немецкий писатель Иоганн Вольфганг Гёте.

*«Ни одно из открытий и мнений не может сравниться по силе воздействия на дух человеческий с учением Коперника. Только мы убедились, что наша планета круглая и самодостаточная, как от нее уже потребовали отказаться от колоссальной чести быть центром Вселенной. Вероятно, от человечества еще никогда не требовали подобной жертвы, ведь одно это допущение обратило в дым, в туман столько всего! Что случилось с Раем, с нашим миром невинности, поэзии и благочестия, со свидетельствами органов чувств, с убеждениями поэтически-религиозной веры? Неудивительно, что современники Коперника не желали от всего этого отказываться и всеми силами сопротивлялись учению, которое пробуждало и требовало от своих сторонников свободы воззрений и величия мысли, каких доселе не знали – да и не мечтали о них».*

*Иоганн Вольфганг Гёте*







**Коперниканская модель Вселенной с точки зрения астрологии. Те, кто изучал «небеса», не делали различия между астрономией и астрологией. Эти дисциплины называли «небесными науками».**

## О вращениях небесных сфер

### К читателю. О предположениях, лежащих в основе этой книги<sup>1</sup>

Я не сомневаюсь, что после того как распространилась молва о новизне гипотезы, лежащей в основе этой книги, согласно которой Земля движется, а Солнце остается неподвижным в середине мира, некоторые ученые будут сильно поражены и выскажут мнение, что не следует ниспровергать издавна правильно обоснованные свободные искусства. Однако если они захотят как следует обдумать, то обнаружат, что автор этого произведения не совершил ничего, что заслуживало бы порицания.

Действительно, всякому астроному свойственно на основании тщательных и искусных наблюдений составлять повествование о небесных движениях. Затем, поскольку никакой разум не в состоянии исследовать истинные причины или гипотезы этих движений, астроном должен изобрести и разработать хоть какие-нибудь гипотезы, при помощи которых можно было бы на основании принципов геометрии правильно вычислять эти движения как для будущего, так и для прошедшего времени. И то и другое искусный автор этой книги выполнил в совершенстве. Ведь нет необходимости, чтобы эти гипотезы были верными или даже вероятными, достаточно только одного, чтобы они давали сходящийся с наблюдениями способ расчета, если, конечно, предположить, что не будет настолько несведущих в геометрии и оптике людей, которые находили бы правдоподобной гипотезу об эпицикле Венеры и считали бы его как раз причиной того, что эта планета иногда предшествует Солнцу, иногда же следует за ним, удаляясь на расстояние, равное сорока градусам и даже больше. Ведь кто же не видит, что из этого предположения необходимо следует, что в перигее диаметр светила будет казаться более чем в четыре раза, а тело его более чем в шестнадцать раз большими тех, которые являются в апогее, что, однако, противоречит опыту всех времен<sup>2</sup>.

В рассматриваемом учении имеются и другие не менее нелепые вещи, разбирать которые в настоящее время нет никакой надобности. Ведь и так уже достаточно ясно, что наука совсем не знает простых и глубоких причин видимых неравномерных движений. И если она, вымышляя, и придумывает их, а она, конечно, придумывает их в очень большом количестве, то все же она никоим образом не придумает таких, которые могли бы убедить кого-нибудь в том, что именно так дело и обстоит в действительности; она сможет убедить только в том, что эти гипотезы дают правильные основы для расчетов. Поскольку же для объяснения одного и того же движения предоставляются различные гипотезы (как, например, для движения Солнца — эксцентр и эпицикл), то астроном скорее примет ту, которая будет самой легкой для понимания. Философ, вероятно, потребует в большей степени похожую на истину; однако никто из них не сможет ни постичь что-нибудь истинное, ни передать это другим, если это ему не будет сообщено божественным откровением. Поэтому позволим, чтобы наряду со старыми гипотезами стали известны и эти новые, ничуть не более похожие на истинные; в особенности же

---

<sup>1</sup> Это предисловие первоначально приписывали Копернику, однако теперь считают, что его составил Андреас Осиандер, лютеранский богослов и друг Коперника, надзиравший над изданием *De Revolutionibus*.

<sup>2</sup> По Птолемею, Венера движется по эпициклу, отношение радиуса которого к радиусу эксцентрической окружности, по которой движется сам эпицикл, составляет почти три к четырем. Этим объяснялось изменение видимого размера планеты при изменении расстояния между Венерой и Землей в соотношениях, указанных Осиандером. Более того, было обнаружено, что при любом положении планеты на эпицикле среднее положение Солнца совпадает с прямой, проходящей через точки Е, Р и А. Таким образом, с учетом соотношений эпицикла и эксцентрика, Венера с Земли никогда не должна быть видна на угловом расстоянии, существенно превышающем 40° от центра ее эпицикла, то есть от среднего положения Солнца, что и показывают наблюдения.



по той причине, что они одновременно и удивительны и просты и сопровождаются огромным сокровищем учений наблюдений. Во всем же, что касается гипотез, пусть никто не ожидает получить от астрономии чего-нибудь истинного, поскольку она не в состоянии дать что-либо подобное; если же он сочтет истинным то, что придумано для другого употребления, то после такой науки окажется более глупым, чем когда приступал. Будь здоров!

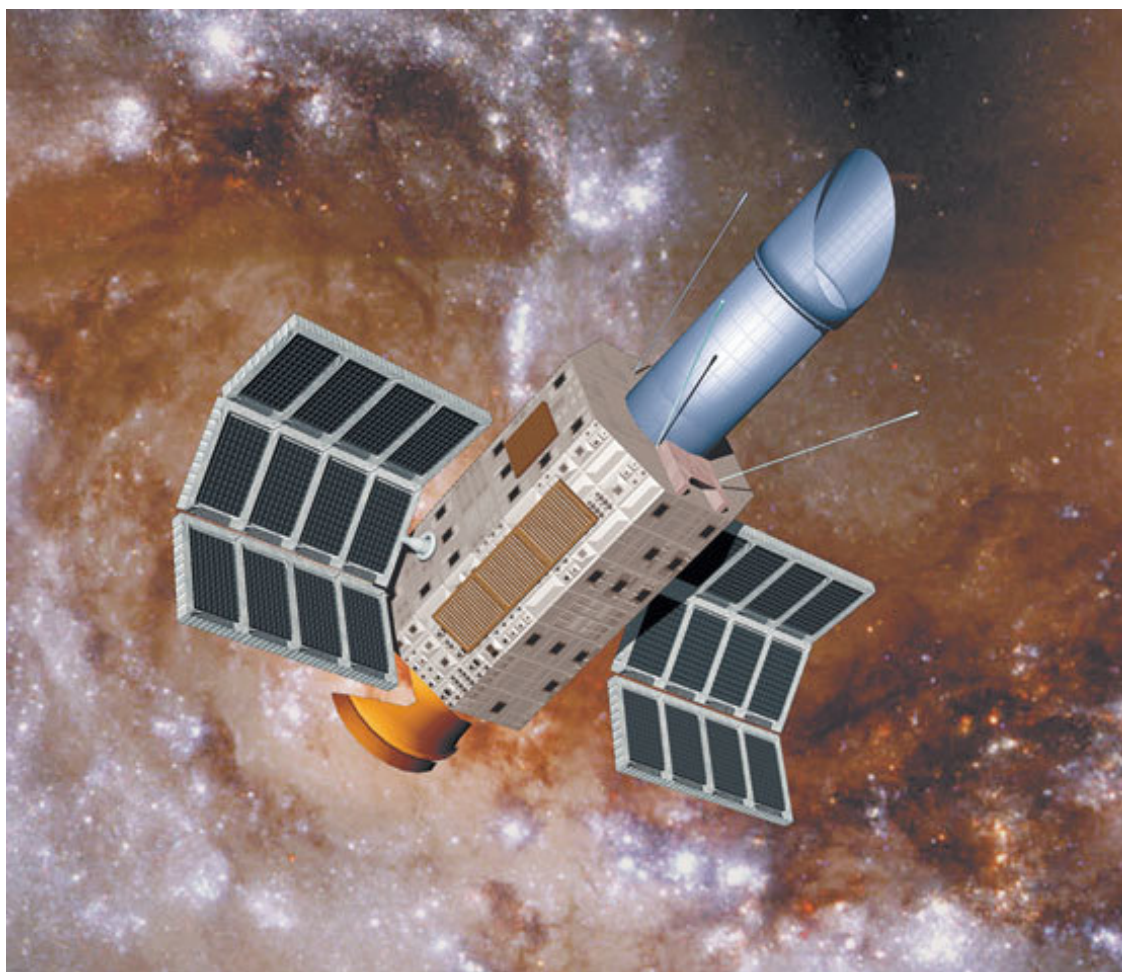
### Книга первая<sup>3</sup>

Среди многочисленных и разнообразных занятий науками и искусствами, которые питают человеческие умы, я полагаю, в первую очередь нужно отдаваться и наивысшее старание посвящать тем, которые касаются наипрекраснейших и наиболее достойных для познания предметов. Такими являются науки, которые изучают божественные вращения мира, течения светил, их величины, расстояния, восход и заход, а также причины остальных небесных явлений и, наконец, объясняют всю форму Вселенной. А что может быть прекраснее небесного свода, содержащего все прекрасное! Это говорят и самые имена: *Caelum* (небо) и *Mundus* (мир); последнее включает понятие чистоты и украшения, а первое – понятие чеканного (*Caelatus*).

Многие философы ввиду необычайного совершенства неба называли его видимым богом. Поэтому, если оценивать достоинства наук в зависимости от той материи, которой они занимаются, наиболее выдающейся будет та, которую одни называют астрологией, другие – астрономией, а многие из древних – завершением математики. Сама она, являющаяся, бесспорно, главой благородных наук и наиболее достойным занятием свободного человека, опирается почти на все математические науки. Арифметика, геометрия, оптика, геодезия, механика и все другие имеют к ней отношение.

---

<sup>3</sup> Три вводных абзаца включены в Торунское и Варшавское издания.

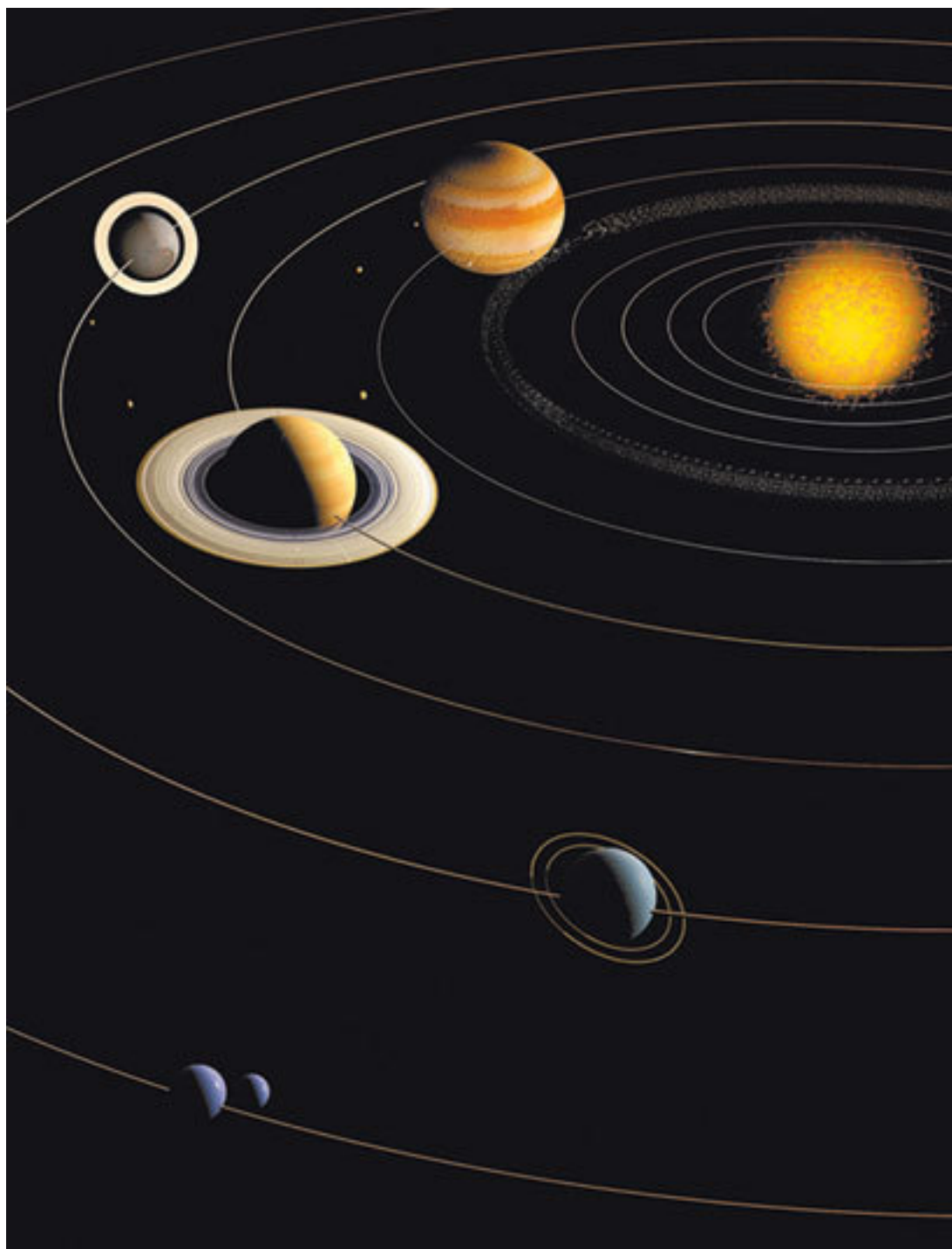


**Свои исследования Вселенной Коперник поначалу вел с помощью астролябий, квадрантов, циркулей и параллактических линеек. Мы продолжаем эти исследования при помощи высокотехнологических устройств, о которых Коперник не смел и мечтать, – например, орбитального космического телескопа, работавшего в ультрафиолетовом диапазоне (International Ultraviolet Explorer, он же «Эксплорер-57»).**

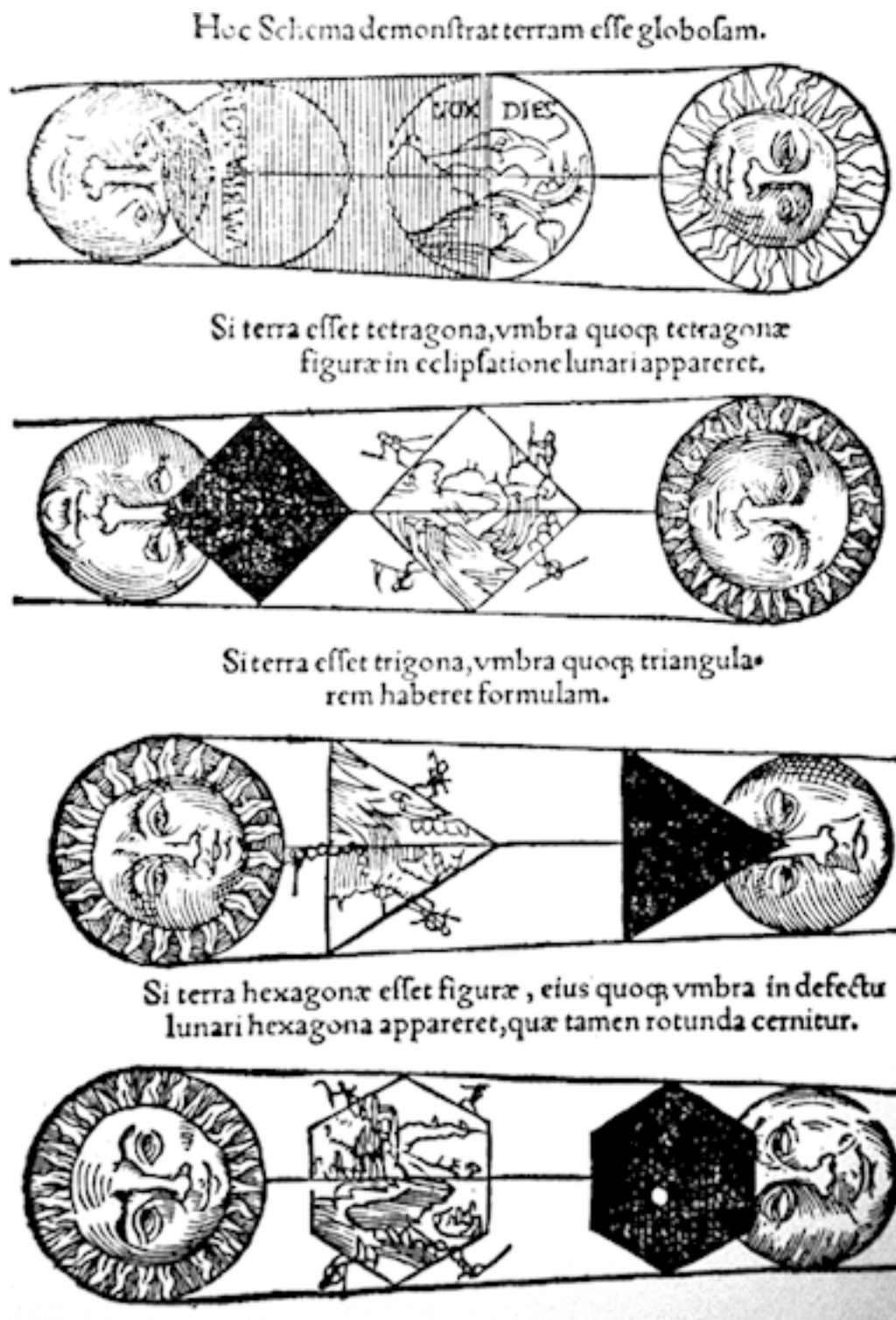
И так как цель всех благородных наук – отвлечение человека от пороков и направление его разума к лучшему, то больше всего может сделать астрономия вследствие представляемого ею разуму почти невероятно большого наслаждения. Разве человек, прилепляющийся к тому, что он видит построенным в наилучшем порядке и управляющимся божественным изволением, не будет призываться к лучшему после постоянного, ставшего как бы привычкой созерцания этого и не будет удивляться творцу всего, в ком заключается все счастье и благо? И не напрасно сказал божественный псалмопевец, что он наслаждается творением божьим и восторгается делами рук его! Так неужели при помощи этих средств мы не будем как бы на некоей колеснице приведены к созерцанию высшего блага? А какую пользу и какое украшение доставляет астрономия государству (чтобы не говорить о бесчисленных удобствах для частных людей)! Это великолепно заметил Платон, который в седьмой книге «Законов» высказывает мысль, что к полному обладанию астрономией нужно стремиться по той причине, что при ее помощи распределенные по порядку дней в месяцах и годах сроки празднеств и жертвоприношений делают государство живым и бодрствующим. И если, говорит он, кто-нибудь станет отрицать необходимость для человека восприятия этой одной из наилучших наук, то он будет думать в высшей степени неразумно. Платон считает также, что никак невозможно

кому-нибудь сделаться или назваться божественным, если он не имеет необходимых знаний о Солнце, Луне и остальных светилах.

И вместе с тем скорее божественная, чем человеческая, наука, изучающая высочайшие предметы, не лишена трудностей. В области ее основных принципов и предположений, которые греки называют «гипотезами», в особенности многие разногласия мы видели у тех, кто начал заниматься этими гипотезами, вследствие того, что спорящие не опирались на одни и те же рассуждения. Кроме того, течение светил и вращение звезд могут быть определены точным числом и приведены в совершенную ясность только с течением времени и после многих произведенных ранее наблюдений, которыми, если можно так выразиться, это дело из рук в руки передается потомству.



Схематическое изображение Солнечной системы согласно современным представлениям, вполне подтверждающим представления Коперника.



Доказательство того, что Земля круглая, которое представил в XVII веке Петер Апиан.

Действительно, хотя Клавдий Птолемей Александрийский, стоящий впереди других по своему удивительному хитроумию и тщательности, после более чем сорокалетних наблюдений завершил созидание всей этой науки почти до такой степени, что, как кажется, ничего

не осталось, чего он не достиг бы, мы все-таки видим, что многое не согласуется с тем, что должно было бы вытекать из его положений; кроме того, открыты некоторые иные движения, ему неизвестные. Поэтому и Плутарх, говоря о тропическом солнечном годе, заметил: «До сих пор движение светил одерживало верх над знаниями математиков». Если я в качестве примера привожу этот самый год, то я полагаю, что всем известно, сколько различных мнений о нем существовало, так что многие даже отчаивались в возможности нахождения точной его величины.

Если позволит Бог, без которого мы ничего не можем, я попытаюсь подробнее исследовать такие же вопросы и относительно других светил, ибо для построения нашей теории мы имеем тем более вспомогательных средств, чем больший промежуток времени прошел от предшествующих нам создателей этой науки, с найденными результатами которых можно будет сравнить те, которые вновь получены также и нами. Кроме того, я должен признаться, что многое я передаю иначе, чем предшествующие авторы, хотя и при их помощи, так как они первые открыли доступ к исследованию этих предметов.

## **Глава I. О том, что мир сферичен**

Прежде всего мы должны заметить, что мир является шарообразным или потому, что эта форма совершеннейшая из всех и не нуждается ни в каких скрепах и вся представляет цельность, или потому, что эта форма среди всех других обладает наибольшей вместимостью, что более всего приличествует тому, что должно охватить и сохранить все, или же потому, что такую форму, как мы замечаем, имеют и самостоятельные части мира, именно Солнце, Луна и звезды; или потому, что такой формой стремятся ограничить себя все предметы, как можно видеть у водяных капель и других жидких тел, когда они хотят быть ограничены своей свободной поверхностью. Поэтому никто не усомнится, что такая форма придана и божественным телам.

## **Глава II. О том, что Земля тоже сферична**

Земля тоже является шарообразной, так как она со всех сторон стремится к своему центру. Однако совершенная округлость ее не сразу может быть усмотрена при наличии высоких гор и опускающихся вниз долин, хотя последние очень мало изменяют общую круглоту Земли. Это можно обнаружить следующим образом. Для путешественников, идущих откуда-нибудь к северу, полюс суточного вращения Земли понемногу поднимается вверх, в то время как южный на такую же величину опускается вниз, и в окрестности Медведиц большее количество звезд являются незаходящими, тогда как на юге некоторые уже не восходят.

Так, например, Италия не видит Канопы, который хорошо замечен в Египте, зато Италия видит последнюю звезду Реки Эридана, которой не знает наша страна, страна более сурового климата. Наоборот, при путешествии на юг поднимаются южные звезды, в то время как те, которые у нас высоки, опускаются. Между прочим, изменения высоты полюса везде имеют одно и то же отношение к пройденным на Земле расстояниям, чего не может быть ни на какой другой фигуре, кроме сферической. Отсюда ясно, что Земля тоже заключается между двумя полюсами и вследствие этого сферична. К этому нужно прибавить, что происходящих вечером затмений Солнца и Луны жители востока не замечают, а живущие на западе не видят утренних; что касается затмений между этими пределами, то первые видят их позже, вторые раньше.





**Фотография Земли из космоса, на которой видно, каким образом земля с водой составляют единый шар.**

Далее, мореплаватели видят, что такой же формой ограничиваются и воды, так как земля, не видимая с палубы, может быть замечена с верхушки мачты. Наоборот, если на верхушке мачты поместить что-нибудь сияющее, то при удалении корабля от земли остающиеся на берегу видят, что оно понемногу опускается, пока, наконец, не скроется, как бы заходя. Известно также, что воды, текущие по своей природе, всегда стремятся к более низким местам, так же как и земля, и от берега стремятся уйти не дальше того, что допускает ее выпуклость. Отсюда следует, что земля лишь настолько выше, насколько она поднимается из океана.

### **Глава III. О том, каким образом земля с водой составляют единый шар**

Таким образом, обтекающий Землю океан, образуя кое-где моря, заполняет более глубокие ее впадины. Отсюда следует, что воды должно быть меньше, чем земли, иначе вода поглотила бы всю землю, поскольку обе они по своей тяжести стремятся к одному и тому же центру; нужно было бы также, чтобы некоторые части Земли оставались непокрытыми на благо живых существ, а также существовало некоторое количество возвышающихся кое-где островов. Да ведь и сам материк и земной круг не что иное, как остров, больший других. И не следует слушать некоторых перипатетиков, которые считают, что вся совокупность воды в десять раз больше земли. Основываясь на том, что при превращении элементов из какой-либо части земли получается десять частей воды, они утверждают, что суша только потому и возвышается, что, обладая большими пещерами, не везде уравнивается по тяжести и что у нее центр объема и центр тяжести различны. Но они по невежеству в геометрии ошибаются, не зная, что

воды не может быть даже и в семь раз больше земли, чтобы хоть какая-нибудь часть ее могла оказаться сушей, если только вся Земля целиком не окажется вне общего центра тяжести и не уступит места водам, более, чем она, тяжелым. Действительно, сферы находятся друг с другом в тройном отношении своих диаметров. Таким образом, если даже при семи частях воды земля будет восьмой, то ее диаметр не может быть больше прямой, проведенной из центра к водной поверхности. Вот сколько не хватает для того, чтобы воды было в десять раз больше!

А что нет никакой разницы между центром объема Земли и центром ее тяжести, можно видеть из того, что выпуклость суши, выступая из океана, не всегда идет, непрерывно возвышаясь; в противном случае она очень сильно задерживала бы морские воды и никак не позволяла бы внутренним морям врываться и образовывать обширные заливы. В свою очередь она не прерывается сейчас же у берега океана, и хотя глубина бездна и увеличивается все время, но при дальнейших плаваниях мореходов появляются то остров, то скала, то какая-нибудь земля. Известно ведь, что между Египетским морем и Аравийским заливом нет и пятнадцати стадий, и это почти в самом центре земного круга. В свою очередь Птолемей в своей «Космографии» продолжает обитаемую землю до половины круга, а тогда оставались еще неизвестными земли, где недавние мореплаватели открыли Китай и другие обширные страны. Это добавило еще приблизительно 60 градусов долготы, так что Земля обитаема уже на большем протяжении долготы, чем остается для океана. Если добавить к ним острова, открытые в наше время владыками Испании и Лузитании, и в особенности Америку, названную так по имени открывшего ее начальника кораблей (а эту Америку по неполной исследованности ее размеров считают Новым Светом), не говоря уже о других многочисленных, ранее неизвестных островах, то не приходится удивляться существованию антиподов или антихтонов. Геометрические расчеты заставляют думать, что сама Америка по своему положению диаметрально противоположна Гангской Индии.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

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

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