

Васильев А.Н.

# Ученые на монетах мира



МОСКВА  
ФИЗМАТЛИТ ®

УДК 501  
ББК 22.3Г  
В 19

Васильев А. Н. **Ученые на монетах мира.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 248 с. — ISBN 5-9221-0596-5.

Коллекционирование — занятие увлекательное. Оно сочетает в себе азарт поиска редких экземпляров и склонность к систематизации собранного материала. Эти элементы в какой-то степени присущи и научным исследованиям. В книге доктора физико-математических наук профессора А. Н. Васильева история точных наук дана в «нумизматическом» преломлении. Ее персонажами стали только те из выдающихся астрономов, математиков и физиков, которым посвящены денежные знаки — регулярные и памятные монеты и банкноты мира.

ISBN 5-9221-0596-5

© ФИЗМАТЛИТ, 2005

© А. Н. Васильев, 2005

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
Глава 1. Фалес .....	6
Глава 2. Пифагор .....	7
Глава 3. Демокрит .....	10
Глава 4. Сократ .....	13
Глава 5. Платон .....	13
Глава 6. Аристотель .....	16
Глава 7. Чжен Шень .....	16
Глава 8. Птолемей .....	18
Глава 9. Цу Чун чжи .....	21
Глава 10. Арьябата .....	22
Глава 11. аль Фараби .....	23
Глава 12. Альхазен .....	25
Глава 13. Бируни .....	27
Глава 14. Авиценна .....	28
Глава 15. Цу Ши джи .....	30
Глава 16. Улугбек .....	31
Глава 17. Тосканелли .....	34
Глава 18. Делла Франческа .....	35
Глава 19. Пачиоли .....	37
Глава 20. Да Винчи .....	38
Глава 21. Дюрер .....	40
Глава 22. Коперник .....	41
Глава 23. Шёнер .....	46
Глава 24. Нуньес .....	47
Глава 25. Меркатор .....	48
Глава 26. Браге .....	49
Глава 27. Галилей .....	53
Глава 28. Кеплер .....	59
Глава 29. Декарт .....	65
Глава 30. Фон Герике .....	69
Глава 31. Паскаль .....	71
Глава 32. Гюйгенс .....	77
Глава 33. Ньютон .....	79
Глава 34. Рёмер .....	84
Глава 35. Лейбниц .....	86
Глава 36. Галлей .....	90
Глава 37. Миковини .....	92
Глава 38. Франклин .....	93
Глава 39. Эйлер .....	98
Глава 40. Ломоносов .....	102
Глава 41. Божкович .....	104
Глава 42. Вольта .....	106
Глава 43. Монж .....	107
Глава 44. Вега .....	110
Глава 45. Наполеон .....	112

Глава 46. Эрстед .....	113
Глава 47. Гаусс .....	114
Глава 48. Баббаж .....	118
Глава 49. Фарадей .....	121
Глава 50. Лобачевский .....	123
Глава 51. Остроградский .....	126
Глава 52. Абель .....	129
Глава 53. Больяй .....	131
Глава 54. Леверье .....	133
Глава 55. Эчегарей .....	135
Глава 56. Менделеев .....	136
Глава 57. Аббе .....	141
Глава 58. Рентген .....	147
Глава 59. Эдисон .....	150
Глава 60. Жукровский .....	152
Глава 61. Этвеш .....	156
Глава 62. Ковалевская .....	159
Глава 63. Тесла .....	163
Глава 64. Герц .....	165
Глава 65. Циолковский .....	169
Глава 66. Планк .....	172
Глава 67. Пупин .....	176
Глава 68. Попов .....	177
Глава 69. Пьер Кюри .....	178
Глава 70. Лебедев .....	179
Глава 71. Биркеланд .....	184
Глава 72. Мария Кюри .....	186
Глава 73. Резерфорд .....	189
Глава 74. Маркони .....	193
Глава 75. Эйнштейн .....	196
Глава 76. Ган .....	205
Глава 77. Бор .....	210
Глава 78. Шредингер .....	212
Глава 79. Смирнов .....	216
Глава 80. Фок .....	217
Глава 81. Габор .....	219
Глава 82. Ферми .....	222
Глава 83. Курчатов .....	225
Глава 84. Оппенгеймер .....	228
Глава 85. Амбарцумян .....	232
Глава 86. Арф .....	235
Заключение .....	236
Интернет-ресурсы .....	243

## ВВЕДЕНИЕ

Эта книга представляет собой свод сведений о великих физиках и математиках, представленных на монетах и банкнотах мира. При использовании такого принципа формирования материала история точных наук определяется случайной (в какой-то мере) выборкой и активностью соответствующих монетных дворов. Оказалось, однако, что даже опираясь только на нумизматические памятники, можно составить вполне последовательную картину развития физики, астрономии и математики. Эта картина, разумеется, неполна. Во-первых, в указанный список не попали многие из достойнейших творцов науки. Во-вторых, творчество каждого из представленных здесь ученых заслуживает намного более развернутого описания. С тем, чтобы читатель, заинтересовавшийся тем или иным персонажем книги, мог самостоятельно продолжить ознакомление с его творчеством, в конце книги приведен полезный для этого список интернет-ресурсов.

Даже при беглом перелистывании страниц будет заметно, что физики и математики обращались к одним и тем же «вечным» проблемам, независимо от времени и места проживания тех или иных ученых. Многократно в истории науки встречаются попытки решения задачи о квадратуре круга и связанное с этим вычисление числа  $\pi$ . Многократно поднимается и до сих пор не решенный вопрос о сущности вакуума. Волновая и корпускулярная природа света и вопрос о скорости его распространения будоражили умы в течение долгого времени. Всегда люди задавались вопросом об устройстве Вселенной и о месте нашей планеты в этом пространстве.

Все представленные на монетах и банкнотах физики и математики обладали разносторонними интересами и зачастую не менее ярко проявляли себя в смежных и даже, казалось бы, далеких сферах интеллектуальной деятельности. Конечно, многие из них были прекрасными инженерами. Многие прославились в живописи и литературе. Некоторые принимали участие в политической деятельности и занимали важные посты в своих городах и странах. Роль каждого персонажа этой книги в истории цивилизации трудно переоценить.

В подборе коллекции монет и банкнот, посвященных физикам и математикам, важную роль сыграли Алексей Артамкин, Константин Арутюнов, Анатолий Ведяев, Алексей Дмитриев, Андрей Желудев, Елена Зверева, Михаил Левитин, Карлос Мартин, Наталия Перкинс, Леонид Пономаренко, Марина Попова, Владимир Ржевский, Александр Савин, Владимир Фенопетов, Сергей Чудинов. В написании целого ряда глав этой книги приняла участие Ольга Васильева, благодаря которой книга обрела некоторую «серьезность». Начиная с 1998 года, некоторые главы этой книги публиковались в журнале «Квант», редактором которого Алексею Черноуцану и Валерии Тихомировой я искренне благодарен.

## ФАЛЕС

Если бы республика Сан-Марино не озаботилась в 1995 году выпуском «философской» серии монет, эта книга начиналась бы не с начала. В серии представлены Сократ и Платон, Аристотель и Декарт, однако открывает ее маленькая алюминиевая монета достоинством в 1 лиру, посвященная Фалесу (ок. 624 г. до н. э. — ок. 547 г. до н. э.). Основатель одной из первых школ философии проживал на западном побережье Малой Азии в крупнейшем греческом городе того времени Милете. Этот район назывался также Ионией, и поэтому разрабатывавшиеся здесь философские системы получили название ионийской философии. В Малой Азии того времени развитие ремесленного производства, сельского хозяйства и торговли происходило быстрее, чем в самой Греции. Как везде, прогресс в этих сферах человеческой деятельности требовал научного обеспечения и, в первую очередь, углубления познаний в географии, астрономии и математике. Из милетской школы вышли многие знаменитые ученые. Это, прежде всего, Анаксимандр (VII–VI вв. до н. э.), впервые высказавшийся о бесконечности Вселенной и составивший первую географическую карту с применением прямоугольной проекции, и Анаксимен (VI в. до н. э.), выдвинувший гипотезу, объясняющую затмение Луны и Солнца.

Фалес много путешествовал по Ближнему Востоку и Средиземноморью, накапливая опыт древних цивилизаций. Свои познания он использовал для создания стройного философского учения. Так, он считал, что все существующее порождено водой: Земля является ее осадком, а воздух и огонь ее парами. Воду и ее производные Фалес считал одушевленными субстанциями (приводя в качестве примера железо и янтарь), каждая из которых способна вызывать движение.

Основоположник электричества и магнетизма, Фалес был выдающимся астрономом и математиком. Он установил продолжительность года в 365 дней, определил дни солнцестояний и равноденствий, открыл факт движения Солнца по отношению к звездам. Геродот (ок. 484 г. до н. э. — ок. 425 г. до н. э.), рассказывая о войне восточных государств Лидии и Мидии, сообщал: «Так с переменным успехом продолжалась эта война, и на шестой год во время одной битвы день превратился в ночь. Это солнечное затмение предсказал ионянам Фалес Милетский и даже точно определил заранее год, в который оно наступит. Когда лидийцы и мидяне увидели, что день обратился в ночь, то... по-

спешно заключили мир». Это затмение, согласно современным расчетам, произошло 28 мая 585 года до н. э.

Пользуясь современными представлениями, можно утверждать, что Фалес занимался не только фундаментальными, но и прикладными исследованиями. У лидийского царя Креза (на троне: ок. 560 г. до н. э. — ок. 546 г. до н. э.) он служил по военному ведомству. Морякам, бороздившим просторы Ионического, Эгейского и Кипрского морей, он советовал ориентироваться по альфе Малой Медведицы, заметив, что Полярная звезда находится под одним и тем же углом над горизонтом.

Руководя сооружением храмов, Фалес доказал, что угол, вписанный в полуокружность, всегда будет прямым и что иначе и быть не может.

Ему приписывается открытие и доказательство теорем о делении круга диаметром пополам, о равенстве углов при основании равнобедренного треугольника и так далее. Фалесу современные математики обязаны тем, что он впервые ввел в науку понятие доказательства. Новая черта греческой математики заключалась в постепенном логическом переходе от одного предположения к другому с использованием некоторых общих положений — аксиом, принятых за достоверные истины. В лице Фалеса Милетского европейская цивилизация впервые обрела одновременно философа, математика и естествоиспытателя.



## Глава 2

### ПИФАГОР

Отчеканенная предположительно в годы царствования императора Траяна (98–117 гг.) монета с изображением Пифагора (569 г. до н. э. — 475 г. до н. э.) является первым нумизматическим памятником великому математику. Вторым памятником служит треугольная монета достоинством 2000 шиллингов, выпущенная Угандой в 2000 году, но уже нашей эры. Пифагорейцы признавали только рациональные числа. Юбилейная монета Уганды, однако, представляет собой равнобедренный треугольник с прямым углом в основании, гипотенуза которого никоим образом не находится в рациональном отношении к катетам ( $\sqrt{2} = 1,4142\dots$ ). Такой треугольник, разумеется, подчиняется

знаменитой теореме Пифагора, но не описывается рациональными Пифагоровыми триадами (например, 3–4–5 или 5–12–13).

Пифагорейцы и сами, по-видимому, понимали, что не все удастся описать рациональными числами, но пытались скрыть это важное обстоятельство как противоречащее гармоническому устройству мира. Как же можно провозглашать число мерой всех



вещей, коли сама эта мера толком не определена! Математики наших дней понимают, что действительное число есть число иррациональное, ежели оно не является рациональным. За этой казуистической формулировкой скрывается тот факт, что любое выбранное наугад число почти

навверняка окажется иррациональным. К таким числам относятся, например, основание натурального логарифма  $e = 2,71828\dots$  или же число  $\pi = 3,141596\dots$

Ладно бы, если понятия иррациональных и рациональных чисел затрагивали бы лишь математические проблемы, напротив, теория чисел в те времена касалась самих основ человеческого существования. Так, Пифагор полагал, что единица является всеобщим первоисточником. Мужские числа нечетны, а женские, напротив, четны. Простые числа в представлении пифагорейцев являлись мужественными, а композитные, то есть составленные из простых чисел, женоподобными. Знание — сила: столь глубокие познания в точных науках, разумеется, не могли безвозмездно передаваться широкой общественности. Еще жрецы Древнего Египта держали в повиновении простой люд способностью предсказать солнечное затмение или предусмотреть засушливый год. Именно у египтян Пифагор перенял склонность к созданию закрытых мистических обществ.

Собственно, среди первых учителей Пифагора были уже упомянутые Фалес и Анаксимандр, а на стажировку в Египет он поехал сложившимся ученым в возрасте около 35 лет. Равно, как и сейчас, времена тогда в Средиземноморье были очень неспокойными. Персидский царь Камбиз II вероломно напал на Египет на десятый год пребывания там Пифагора и в качестве трофея увез математика в Вавилон. Не менее пяти лет Пифагор провел в вавилонском плену, но и здесь он не терял времени даром. У местных специалистов он перенял их древние ритуалы, достиг совершенства в точных и изящных науках и в 520 году до н. э. возвратился в Самос.

Увы! Нет пророков в своем отечестве. Не найдя понимания у соплеменников даже после устройства своего знаменитого «Полукруга», Пифагор отбыл в южную Италию, которая представля-



лась тогда грекам чуть ли не краем света. В этой глуши Пифагор основал философскую и религиозную школу, adeпты которой считали математику лежащей в основе всего сущего. В отличие от ряда последующих религиозных направлений, математики допускали совместное обучение мужчин и женщин высокому искусству счета. Конечно, занятия математикой в понятии пифагорейцев сильно отличались от таковых в современных представлениях. Никто из них даже не пытался формулировать или разрешать математические проблемы. Скорее, они интересовались самими принципами математического мышления, концепциями чисел и геометрических фигур, абстрактной идеей доказательства. Пифагор, в частности, полагал, что все связи и взаимодействия в подлунном мире сводятся к соотношению простых чисел, и эти соотношения он пытался установить.

Наиболее крупным достижением Пифагора явилось доказательство теоремы, названной его именем:  $\alpha^2 + \beta^2 = \gamma^2$ . Следует понимать, однако, что формулировка «квадрат гипотенузы в прямоугольном треугольнике равен сумме квадратов его катетов» вовсе не предполагала тогда перемножения чисел самих на себя. Речь шла скорее о геометрических квадратах, построенных на катетах этого треугольника и последующем разрезании их на части так, чтобы они заполнили квадрат, построенный на гипотенузе. Пифагорейцы знали о регулярных телах, хотя, может быть, только о первых трех из пяти, и задолго до Декарта пытались решать алгебраические уравнения геометрическими методами.

Из астрономических наблюдений они полагали, что Земля находится в центре Вселенной, что орбита Луны наклонена к земному экватору и что Венера как утренняя звезда является тем же небесным телом, что и Венера как вечерняя звезда. Может быть, эти наблюдения представляются сегодня наивными и простыми, но следует учесть, что, по сути, Пифагор был первым «чистым математиком» в современном понимании. Этические и философские взгляды Пифагора привлекали большое число последователей. На юге Италии возник целый ряд пифагорейских общин, исповедовавших культ математики и придававших этому культу мистическую окраску. Закрытые сообщества во все времена не только привлекали adeптов, но и вызывали яростное неприятие. К концу жизни Пифагора общины его последователей оказались втянуты в политическую борьбу и, в конце концов, рассеяны и истреблены. Сам Пифагор умер в изгнании, но дело его жизни продолжается и сейчас. Теория чисел в настоящее время образует один из важнейших разделов математики, а математика, как и предполагалось пифагорейцами, стала основой всех естественных наук.

## ДЕМОКРИТ

Создатель атомистической теории Демокрит прожил девяносто или, по другим данным, сто двадцать лет с 460 (или 490) года до н. э. до 370 года до н. э. В этом он заметно уступает мифическому Мафусаилу, который прожил до 969 лет и еще жаловался, что живем лишь один раз. Как бы то ни было, от вновь появившихся в эпоху Возрождения ученых древних греков отделяют почти два тысячелетия, на фоне которых разночтения в продолжительности жизни Демокрита представляются пренебрежимо малой величиной. Согласно Диогену Лаэртскому, маленький Демокрит часами просиживал на коленях персидских астрономов, возвращавшихся с Дариевыми войсками через его родную Абдеру домой. Полученных от персидских волшебников знаний юному Демокриту явно недоставало, да и в округе спросить было некогда. Левкипп, о котором будет сказано ниже, существовал в той же мере, в какой отражают реальность шесть появлений Ленина на пианино в картине Сальвадора Дали. После смерти отца, богатого комедианта, Демокрит отправился в поисках истины в дальнее путешествие. Дорожные расходы по замкнутому маршруту Греция — Египет — Эфиопия — Персия — Индия — Греция с лихвой перекрыли полученное им наследство, так что насущный хлеб он вынужден был добывать публичными лекциями.

Петроний (год рождения неизвестен — 66 г. н. э.) через пятьсот лет вспоминал, что особенно хорошо Демокриту давались благоприятные прогнозы погоды, которая в те безмятежные времена и впрямь оставляла желать лучшего. Местные жители доверяли ученому и неоднократно предлагали ему заняться общественно полезным трудом. Однако, как и подобает мыслителю, Демокрит решительно отвергал эти предложения и предпочитал тихую жизнь затворника в башне из слоновой кости.

Некоторые полагают, что в этой башне Демокрит проводил свободное время в поисках философского камня. Эта гипотеза, однако, не выдерживает критики, проецируя просто-напросто мечты средневековых алхимиков на седую древность. Также не задокументированы беседы Демокрита с Гиппократом, в которых предпо-



ложительно шла речь о душевных расстройствах мыслителя. Особенностью характера Демокрита являлась привычка подтрунивать над людскими слабостями. Сенека (4 г. до н. э. — 65 г. н. э.) писал, что философ редко появлялся на публике без того, чтобы не посмеяться над кем-нибудь из абдеритов. Трудно поверить и в то, что, согласно легенде, к концу своих дней Демокрит ослепил себя с помощью увеличительного стекла. Во-первых, неясно, где он мог его взять, а во-вторых, историки полагают, что в этой ситуации ему трудно было бы писать книги и препарировать для научных целей животных. Из семидесяти написанных им книг, не говоря уже о препарированных животных, не сохранилось ни одной, так что неопровержимые данные о жизненном пути первого атомиста передавались из уст в уста.



Собственно, атомистическая теория возникла в противовес гипотезе элеатов о том, что «все одно и то же». Из этой реакционной гипотезы вытекало, что всяческие изменения и продвижение к лучшему не более чем иллюзия. Парменид же вообще сказал, что и меняться некуда, потому что нет никакого вакуума (если есть нечто, что является ничем и т.д. и т.п.), чем окончательно запутал дело.

Для прояснения ситуации потребовался весь гений философа — материалиста. Для противостояния Пармениду Демокрит выдвинул концепцию атомов, движущихся в пустом пространстве. Постулатом об этом пространстве в отсутствие атомов сразу же было доказано и существование вакуума. Чтобы преодолеть трудности в определении точки отсчета времени, Демокрит предположил, что такой точки вообще никогда не было, поскольку наблюдаемая в настоящий момент материя существовала всегда, равно как всегда существовало и вечное движение. Справедливости ради следует отметить, что даже Ньютон два тысячелетия спустя не смог проследить до конца логику опередившего свое время грека.

Уже в наши дни стало ясно, что Демокрит нимало не беспокоился о разрешении парменидова парадокса. Он просто игнорировал его. Этот плодотворный метод дискуссии позволил ему, не отвлекаясь на докучные споры, сформулировать понятия движения и изменения. Изменения, как указал он, подтверждаются наблюдениями, а поскольку чувства нас не обманывают,

изменения эти реальны. Так было покончено с элеатами и, заодно, с Парменидом.

Никому из предшественников Демокрита не удалось сформулировать удовлетворительное описание материи. Лишь он, опираясь на разум и чувства, показал, что природа состоит из бесконечно большого числа чрезвычайно малых частиц, названных атомами, т.е. неделимыми. Согласно воззрениям атомистов, полностью заполненные изнутри атомы размещаются в пустоте. Атомы различаются формами и размером и находятся в постоянном хаотическом движении. В качестве поэтического образа для описания этого движения Демокрит выбрал полет мошкары в ясный солнечный день при отсутствии ветра. Движущиеся атомы неизбежно сталкиваются в пространстве, что в некоторых случаях заставляет их отклоняться от исходного направления. В другой ситуации атомы могут слипаться при столкновениях, образуя собой доступные наблюдению комплексы. Сегодня неясно, считали ли атомисты первичными элементами воду, воздух, огонь и землю, но они правильно указали, что все эти сущности состоят из мельчайших частиц.

Материалистические воззрения Демокрита не получили широкого распространения у современников и ближайших последователей. Платон, например, никогда не ссылался на Демокрита и, дай ему волю, сжег бы его труды. Аристотель, сам не во всем согласный с Платоном, отвергал вакуум («природа не терпит пустот») и склонялся к мысли о бесконечной делимости материи. В то же время теория Демокрита, несмотря на негативное отношение к ней перипатетиков, была бережно сохранена древними греками и из рук в руки передана древним же римлянам. А уж те позаботились донести ее до средневековых схоластов. Последующие исследования (см. главы о Менделееве, Кюри, Резерфорде, Боре, Гане, Ферми, Оппенгеймере и Курчатове) лишь укрепили и развили заложенные в античности атомистические представления.

За последние две с половиной тысячи лет неоднократно высказывалась мысль, что Демокрит не оригинален. Идея о невозможности бесконечного деления вещей принадлежит, мол, не ему, а его научному руководителю — Левкиппу, о котором достоверно известно лишь то, что он предположительно существовал. Дабы не умножать число сущностей сверх всякой разумной меры, Левкиппа и Демокрита обычно изображают, как показано на греческих монетах и банкнотах, в виде одного человека.

Портреты создателя атомистической модели Демокрита и его научного оппонента Аристотеля представлены на греческих монетах достоинством 10 и 5 драхм соответственно. Уже из сопоставления этих номиналов видно, какую позицию в споре мате-

риалистов и идеалистов занимают современные греки. Демокрит изображен также на греческой банкноте достоинством 100 драхм, а профиль Левкиппа виден на просвет лишь как водяной знак.

## Глава 4

### СОКРАТ

Даже если Сократ (469 г. до н. э. — 399 г. до н. э.) сформулировал бы лишь одну мысль «Я знаю, что я ничего не знаю», уже этого было бы достаточно для того, чтобы причислить его к величайшим мыслителям древности. Многие не знают даже этого, а один из создателей атомной бомбы, Роберт Оппенгеймер, считал необходимым внедрение этой глубокой мысли в голову каждого выпускника каждого университета. Науку Сократ представлял как непрерывный процесс углубления знаний и считал движение к истине более важным, чем ее обретение. Его метод философского исследования заключался в доведении до абсурда каких-либо утверждений оппонентов путем постановки логически вытекающих друг из друга задач. При такой постановке вопроса Сократ был незаменим как критик, но сам при этом не защищал никаких положений. Современная наука обязана Сократу осознанием того факта, что истина рождается в споре. При этом Сократ считал необходимым следовать своим идеям даже при их всеобщем неприятии. Философские взгляды Сократа дошли до нас лишь в изложении Платона, который не мог составить списка цитируемой литературы ввиду ее полного отсутствия. Следуя своим принципам, Сократ так ничего и не написал.



## Глава 5

### ПЛАТОН

Младший современник Сократа и его ученик Платон (428 г. до н. э. — 347 г. до н. э.) полагал, что наилучшее описание окружающего мира может быть дано лишь в математических

терминах. Пожалуй, никакая другая концепция с ее появления и до наших дней не оказала столь глубокого воздействия на развитие науки и цивилизации в целом.

В 387 году до н. э. Платон на землях богатого афинянина Академоса основал философскую школу, которая получила наименование Академии и стала прообразом многочисленных будущих академий. Над дверью первой Академии было написано: «Да не войдет сюда неискушенный в математике». Платонова Академия просуществовала до 529 года н. э., когда была закрыта императором Юстинианом как языческое заведение. Перу Платона приписывается около тридцати научных трудов, написанных в форме диалога. В некоторых из них одним из собеседников выступает Сократ, и разобраться, кому — Сократу или Платону — на самом деле принадлежат высказываемые в них мысли, не представляется возможным.

В астрономии Платон придерживался геоцентрической модели строения Вселенной, полагая, что звезды, планеты, Солнце и Луна обращаются вокруг Земли по все более близким к ней хрустальным сферам. Равно как и другие ученые в различных странах древнего мира, Платон осознавал, что Луна, в отличие от Солнца, светится лишь отраженным светом. В математике имя Платона связывается, прежде всего, с так называемыми Платоновыми идеальными телами. Четыре из них — куб, тетраэдр, октаэдр и икосаэдр — он ассоциировал с формой атомов первоэлементов — земли, огня, воздуха и воды. Пятый — додекаэдр — ассоциировался Платоном с атомами особой сущности, заполняющей Вселенную, — мировым эфиром.



Кто, собственно, первым описал эти тела, не ясно. Возможно, это были пифагорейцы, но Евклид в своих «Элементах» ссылался именно на Платонову школу. В любом случае очевидно, что регулярные геометрические тела занимали важное место в Платоновой философии, и именно

основываясь на них, он написал свою «теорию всего». Платоновы тела представляют собой выпуклые многогранники, грани которых являются выпуклыми многоугольниками. Таких тел может быть только пять, и для достижения абсолютной симметрии в расположении вершин этих тел необходимо, чтобы каждая их грань являла собой правильный многоугольник и чтобы все эти грани были одинаковыми.

Простейшим многоугольником является треугольник. Для построения из треугольников объемного тела необходимо, чтобы хотя бы три из них встретились в одной вершине. Если это произошло, их базисы также образуют правильный треугольник, а получившаяся фигура называется тетраэдром. В вершине может встретиться и четыре треугольника. Тогда они образуют пирамиду с квадратом в основании. Если две таких пирамиды объединить по основанию, то получится правильный восьмигранник, или же октаэдр. Но и это не все. В вершину можно свести и пять правильных треугольников. Если в каждой последующей вершине также сводить пять треугольников, то получится правильная объемная фигура с двадцатью гранями, которая называется икосаэдром. Дальнейшее развитие в этом направлении невозможно. Шесть правильных треугольников уже находятся в одной плоскости, то есть как бы образуют Платоново тело бесконечного радиуса. Следующим правильным многоугольником является квадрат. Когда три квадрата встречаются в одной вершине, это уже начало конструирования следующего регулярного тела. Добавление к ним еще трех квадратов приводит к шестиграннику, который называется гексаэдром, или кубом. Четыре квадрата при одной вершине также оказываются в одной плоскости, образуя еще одно Платоново тело бесконечного радиуса. Из пятиугольников, встречающихся по три в каждой вершине, получается последнее остающееся Платоново тело — двенадцатигранник, или додекаэдр. Из шестиугольников составить объемное тело нельзя, ибо три шестиугольника при встрече в одной вершине образуют плоскость, а не объемное тело.

Великому математику древности Архимеду (287 г. до н. э. — 212 г. до н. э.) пока не посвящен ни один нумизматический памятник, хотя справедливость требует отметить, что именно ему принадлежит открытие 13-ти полуправильных многогранников — так называемых «архимедовых тел», каждый из которых ограничен неоднородными правильными многоугольниками и в котором равны многогранные углы и одноименные многоугольники. Отметим, что в каждой вершине полуправильных многогранников сходится одно и то же число одинаковых граней.

Дальнейшее развитие теории многогранников связано с именем великого немецкого астронома Иоганна Кеплера, который восстановил математическое содержание утерянных трактатов Архимеда. От выпуклых однородных многогранников он перешел к невыпуклым — звездчатым — однородным многогранникам, но это уже предмет отдельного рассмотрения, как и гипотеза Кеплера об устройстве Солнечной системы на Платоновых правильных многогранниках.

## АРИСТОТЕЛЬ

Вся жизнь Аристотеля (384 г. до н. э. — 322 г. до н. э.) была тесно связана с македонским царским домом. Его отец был врачом и другом Аминта II, сам Аристотель воспитывался вместе с Филиппом II и, наконец, он же — Аристотель — являлся наставником знаменитого Александра Македонского. Наставником же Аристотеля был Платон, в школе которого он провел около 20 лет.

Вся европейская наука до настоящего времени построена на концепциях Аристотеля. Он считается основоположником логики. В определении Аристотеля формальная логика представляет собой науку о выводе одних умозаключений из других сообразно их логической форме. Аристотель впервые обосновал один из важнейших разделов логики — учение о суждениях и силлогизмах.



В трудах Аристотеля подробно исследована терминология логики, разобрана теория умозаключений и доказательств, описан ряд логических операций и сформулированы основные законы мышления, в том числе

законы противоречия и исключения третьего. Сам Аристотель полагал, что между созданной им наукой и математикой (арифметикой) много общего. Он пытался соединить эти две науки, а именно свести размышление, вернее, умозаключение, к вычислению на основании исходных положений. В одном из своих трактатов Аристотель вплотную приблизился к важнейшему разделу математической логики — теории доказательств.

## ЧЖЕН ШЕНЬ

При дворе императоров династии Хань в I–II веках нашей эры в Сиани проживал астроном и математик Чжен Шень (78–139). Его взгляды на устройство Вселенной во многом предвосхищали будущие открытия Коперника, Кеплера и Галилея. Уже в год назначения его на должность придворного астронома Чжен Шень изготовил небесный глобус, который чудесным образом приводился в движение энергией падающей воды, а скрытые механиз-



мы позволяли регулировать скорость вращения этого глобуса. Космос представлялся Чжен Шеню воплощением пустоты, в которой изредка попадаются разбросанные по ней небесные тела. Солнце представлялось ему огнем, излучающим свет, а Луна — водой, отражающей его. Солнечные и лунные затмения, равно как и фазы Луны, он объяснял расположением Земли, Луны и Солнца относительно друг друга. Из воспоминаний современников следует, что Чжен Шень придерживался гелиоцентрической системы координат, а его физическая картина мира не допускала существования хрустальных сфер, столь популярных в средневековой Европе.

Чжен Шеню приписываются многие изобретения древнего Китая и, в том числе, первого летательного аппарата, однако его несомненным шедевром явилось создание в 132 году первого сейсмографа, представленного на монетах Китая, а также острова Мэн. Эта многократно описанная конструкция представляла собой бронзовый сосуд диаметром около двух метров, по периметру которого располагалось восемь драконов. Челюсти драконов раскрывались при вздрагивании, и в пасти у каждого был спрятан шар. Внутри сосуда располагался перевернутый маятник с тягами, присоединенными к головам драконов. Когда в результате подземного толчка маятник приходил в движение, тяга, соединенная с головой, обращенной в сторону толчка, раскрывала пасть дракона. Шар из нее выкатывался и падал в открытый рот одной из восьми жаб, восседавших у основания сосуда. Прибор был настолько чувствителен, что улавливал подземные толчки, эпицентр которых находился за многие сотни километров от него. Так, однажды шар выпал из пасти одного из драконов, но жители Сиани не почувствовали никакого толчка. Лишь через несколько дней посланники из Кансу, что на северо-востоке Поднебесной, доложили императору, что у них произошло серьезное землетрясение.

Расцвет науки в годы правления императоров династии Хань сменился ее полным застоем, когда наследники империи — государства Вей, Ву и Шу стали выяснять отношения между собой. После же монгольского нашествия на Китай изобретения древности вообще отошли большей частью в область легенды. Имеются отрывочные сведения о существовании сейсмографов в Персии XII века, но что касается Европы, то

здесь сейсмограф был вновь изобретен лишь в 1703 году. Еще через полтора века Луиджи Пальмиери в Италии сконструировал



ртутный сейсмограф, в котором U-образные трубки были расположены вдоль направлений сторон света (восток — запад, север — юг). При землетрясении ртуть замыкала электрические контакты

в одной из трубок, в результате чего фиксировалось время события, а специальное устройство регистрировало движение поплавка в ртути. Современные сейсмографы появились в конце XIX века. В них используется свойство инерции, то есть способность сохранять первоначальное состояние покоя или равномерного движения. Груз на пружине — главная часть сейсмографа — подвешен к кронштейну, который жестко крепится к корпусу. Корпус сейсмографа



закреплен в твердой горной породе и приходит в движение при землетрясении. Барабан с бумажной лентой также прикреплен к корпусу сейсмографа. Когда почва колеблется при землетрясении, маятник отстает от ее движения. Магнитуда землетрясения в наши дни измеряется по шкале Рихтера, предложенной им в 1935 году. В этой не имеющей верхнего предела логарифмической шкале наиболее сильные зарегистрированные землетрясения достигали почти 9 баллов. Таких землетрясений с начала инструментальных наблюдений было зарегистрировано два, причем оба на дне мирового океана. Одно из них произошло в 1906 году у побережья Эквадора, а другое — в 1933 году у берегов Японии. Всего в XX веке произошло около 3000 землетрясений с магнитудой более 7 баллов, причем наиболее разрушительное из них случилось в Китае 27 июля 1976 года.

Изобретение Чжен Шеня, конечно, не в состоянии предотвратить землетрясение, но его идеи заложили основы целого направления современной науки — сейсмологии. Сейсмология же, накапливая и систематизируя факты, обладает в определенной мере предсказательной силой, указывая, в каких районах Земли и с какой вероятностью возможны разрушительные землетрясения.

## Глава 8

# ПТОЛЕМЕЙ

Даже в наши дни изучение астрономии во многих странах начинается с яростного отрицания устройства мира, предложенно-

го Аристотелем и обоснованного Клавдием Птолемеем (90–160). Предмет спора, впрочем, не очень ясен. Начало координат можно поместить в любой точке, а расположение тел относительно друг друга не изменится. Геоцентрическая птолемеява система давала более точные координаты небесных тел, нежели коперникова гелиоцентрическая система, которая достигла этой точности лишь при учете законов Кеплера. Ясно, вместе с тем, что система, в которой Солнце, Луна и звезды вращаются вокруг Земли, в гораздо большей степени отвечает нашим ощущениям, нежели система, в которой мы сами вращаемся вместе с Землей вокруг Солнца.

В истории естествознания трудно найти человека, чьи нравственные качества и научные достижения подвергались бы столь острой критике. Со средних веков вплоть до нашего времени идут дискуссии о происхождении данных, использованных Птолемеем для составления атласа звездного неба и для расчета движения планет, Луны и Солнца. Согласно современным воззрениям, наблюдения, собственно, Птолемея были выполнены в период с 26 марта 127 года по 2 февраля 141 года. Такая точность в определении этих дат обусловлена самой природой астрономических наблюдений. Используя математические методы, можно обратить время вспять и из сегодняшнего расположения светил рассчитать их расположение в любой заранее определенный промежуток времени.

Птолемей оставил богатое научное наследие, центральное место в котором занимает тринадцатитомный «Альмагест». Название книги не оригинально и появилось в результате обратного перевода с арабского языка свода «Аль-маджести». Изначально монография называлась «Великая компиляция», что, по-видимому, наиболее точно отражает ее содержание. В этой книге содержится математическая теория движения Солнца, Луны и планет, использующая комбинации круговых движений, известных как эпициклы. Для формализации своих наблюдений Птолемей широко использовал тригонометрические методы и, в частности, функцию хорды  $\text{Cr}d$ , которую определял в соответствии с уравнением  $\sin \alpha = (\text{Cr}d 2\alpha)/120$  через синус половинного угла. Вписывая в круг 360-угольник он рассчитал число  $\pi = 3,14166$  и протабулировал функцию хорды с интервалом в полградуса. Эти вычисления заняли первые два тома «Альмагеста».



При вычислении траектории движения Солнца Птолемей использовал не только свои наблюдения, но и ранее полученные данные Гиппарха и Метона (432 г. до н. э.). В проведенных Птолемеем расчетах, однако, содержалась систематическая ошибка в определении длины тропического года, которая, естественно, сказалась на точности и других астрономических данных. Основываясь на наблюдениях равноденствий и солнцестояний, Птолемей предложил простую модель движения Солнца, которое совершает круговое движение с постоянной угловой скоростью, но Земля находится не в центре этого круга, а смещена относительно него на некоторое расстояние, называемое эксцентриситетом. Теория движения Солнца изложена в третьем томе «Альмагеста».

В четвертом и пятом томах «Альмагеста» содержится теория движения Луны. Здесь он следует Гиппарху, который изучал различные фазы движения Луны, рассчитывая интервалы, через которые Луна имеет ту же долготу, ту же широту и ту же скорость перемещения по небосклону. Здесь же Птолемей использует понятие «синодического» месяца как времени между последовательными противостояниями Луны и Солнца.

Рассчитав траектории движения Луны и Солнца, Птолемей в шестом томе «Альмагеста» изложил теорию затмений. В седьмом и восьмом томах представлены наблюдения за звездами, причем сопоставляя их с наблюдениями Гиппарха, Птолемей доказывает, что позиции звезд относительно друг друга неизменны. В звездном каталоге Птолемея указано более тысячи звезд.

Наконец, в оставшихся пяти томах «Альмагеста» изложена теория планетарного движения. Эта достаточно сложная математическая модель является подлинным достижением Птолемея. С использованием небольшого числа параметров она весьма точно описывает движение известных тогда пяти планет.

Помимо «Альмагеста» Птолемею принадлежит (или приписывается) целый ряд научных трудов, среди которых «Удобные таблицы» и «Планетарная гипотеза». В первом из них уточняются многие из разбросанных в «Альмагесте» данных. Во втором в упрощенной форме излагаются основные концепции «Альмагеста». В восьмитомной «Географии» Птолемей предпринял попытку картографирования известного тогда мира. Координаты основных территорий он дает в терминах долготы и широты, но даже в пределах Римской Империи эти сведения очень неточны. В пятитомной «Оптике», известной лишь в арабском переводе, обсуждаются вопросы цвета, отражения и преломления, а также конструирования зеркал различных форм.

Впервые данные, приведенные Птолемеем, были подвергнуты критике датским астрономом XVI века Тихо Браге. Он обнару-

жил, что долготы звезд, приведенные в «Альмагесте», имеют систематическую ошибку в  $1^\circ$ . На основании этого Браге заключил, что Птолемей вовсе не производил собственных наблюдений, а просто пересчитал на свое время данные из каталога Гиппарха. Даламбер развил эту мысль в том плане, что ошибка содержалась уже в данных Гиппарха, а Птолемей просто перенес ее в свои труды. И та, и другая гипотеза представляют автора «Альмагеста» не в самом выгодном свете. Следует понимать, однако, что задача (или, даже сверхзадача) Птолемея заключалась именно в компиляции и систематизации имевшихся в те времена сведений о звездном небе. Из трудов других ученых и, в частности, Гиппарха он отбирал те, которые наилучшим образом вписывались в используемые им модели. Систематические ошибки в координатах звезд, представленных в «Альмагесте», позволяют современным исследователям ставить вопрос о времени написания этой фундаментальной работы.

## Глава 9

### ЦУ ЧУН ЧЖИ

Великий китайский математик Цу Чун чжи (429–501) принадлежал к семье известных вельмож, которые из поколения в поколение верой и правдой служили сначала императорам династии Чинь, а затем победившей их династии Лиу Сунь. От прадеда к деду, отцу и сыну семья Цу передавала только им известные данные астрономических наблюдений. Ценность этих наблюдений заключалась в том, что на их основе можно было каждый раз составлять новый календарь к восшествию на престол нового императора. В древнем Китае полагали, что власть Поднебесной императоры получали непосредственно на небесах. Очень важным был приход к власти в благополучный год, так что изготовление календаря под каждого вновь обретенного императора несло важную политическую функцию.

Как и его предшественники, Цу Чун чжи полностью овладел наукой (или же искусством) построения календаря и занялся этим делом в годы правления императора Хао Ву, то есть с 454 по 464 год. В старые времена отсчет времени в Китае проводился



по календарю с 19-летним циклом, года в котором состояли из 12 месяцев продолжительностью 29 или 30 дней. В семи из девятнадцати лет каждого цикла год дополнялся еще одним месяцем, чтобы отслеживать движение не только луны, но и солнца. В результате в 19 годах китайцы наслаждались 235 месяцами. Не доверяя точности этого календаря, китайцы в 412 году заменили его на новый с 600-летним циклом, в котором дополнительный месяц был вставлен в 221 год. Такая замена позволила лучше согласовать отсчет времени по луне и по солнцу, но и она не могла полностью удовлетворить Цу Чун джи.

В 462 году Цу предложил императору знаменитый календарь Великого Просветления, который основывался на 391-летнем цикле. В этом календаре дополнительный месяц включался в 144 из 391 года. Такой точности Цу достиг прежде всего потому, что сумел рассчитать длину тропического года в 365,24281481 дней (с ошибкой всего лишь в 50 секунд от истинного значения) и длину лунного месяца в 27,21233 дней (ср. с истинной величиной 27,21222 дней). Каким образом Цу пришел к этим замечательным цифрам 144 и 391, до сих пор не ясно, хотя современные математики и выдвинули ряд гипотез об их появлении.

Новый календарь предстояло ввести в использование в 464 году, однако именно в этом году могущественный покровитель Цу император Хао Ву умер. После этого печального события противники Цу при дворе уже не видели оснований для уточнения календаря. Великий математик был вынужден оставить политическую деятельность и переключиться на чисто научные изыскания.

Важнейшей задачей того времени, равно как в предыдущие и последующие времена, было определение числа  $\pi$ , для которого Цу в оригинальной статье «Метод интерполяции» предложил дробь  $355/113$ , или для повседневного использования  $22/7$ . Для определения этого числа он предложил также использовать неравенства  $3,1415926 < \pi < 3,1415927$ . К сожалению, работы Цу Чун чжи к настоящему времени не сохранились, так что, как и в случае с дробью  $144/391$ , происхождение дроби  $355/113$  установить не удастся.

## Глава 10

### АРЬЯБАТА

**19** апреля 1975 года советская ракета вывела на орбиту первый индийский спутник, предназначенный для научных исследований в космосе. С его помощью были выполнены эксперименты по рентгеновской астрономии, солнечной физике и

навигации в космосе. Сама программа создания, запуска и мониторинга этого спутника дала мощный толчок развитию научных исследований и высоких технологий в Индии. В честь великого индийского астронома и математика спутник назывался «Арьябата».

Арьябате (476–550) принадлежит написанный в стихотворной форме свод индийской математики того времени. Представленные в монографии сведения охватывают плоскую и сферическую тригонометрию, арифметику, алгебру и астрономию. Здесь впервые была приведена таблица синусов и дана оценка  $\pi = 3,1416$ , причем оговаривалось, что указанное число является лишь приближением. Арьябата дал точные формулы для площадей круга и треугольника, однако ошибся при выводе объемов шара и пирамиды. По-видимому, Арьябата был первым ученым, осознававшим, что круглая Земля вращается вокруг своей оси, приводя тем самым к чередованию дня и ночи. Он осознавал, что Луна светится лишь отраженным светом и правильно интерпретировал солнечные и лунные затмения.

Арьябата писал, что 1,582,237,500 вращений Земли равны 57,753,336 лунным орбитам. Это является поразительно точным определением фундаментальной астрономической величины и представляет собой, по-видимому, первую астрономическую константу, определенную с такой точностью.

О самом легендарном ученом известно очень немного. Упоминается, что он был основателем научной школы при дворе правителя Буддагупты в центральной Индии. Вместо несуществующего портрета Арьябаты на индийской банкноте достоинством 2 рупии изображен спутник, носящий его имя.

## Глава 11

### АЛЬ ФАРАБИ

*А*льфарабиус, или же Абу Наср Мухаммад аль Фараби (870–950), был знаменит в свое время как выдающийся врач, музыкант, математик и глубокий последователь Аристотеля. Мир в представлении Альфарабиуса состоял из шести видов тел, среди которых числились тела небесные, тела человеческие, тела животных, растения, минералы и простейшие тела. Классификация природных объектов на этом, однако, не заканчивалась, ибо они, в свою очередь, состояли из первоэлементов. В качестве элементов, как и повсюду в древнем мире, выступали огонь, воздух, вода, земля и другие вещи того же рода. Различные сочетания

первоэлементов, согласно Альфарабиусу, образуют Вселенную: «...действия элементов друг на друга объединяются с действиями на них небесных тел и образуются в результате бесчисленных комбинаций и сочетаний, которые, в свою очередь, производят в



каждом виде многочисленные и чрезвычайно разнообразные явления. Таковы причины существования природных вещей, пребывающих под небесными сферами». Эта концепция мало чем отличается от современных воззрений, где материя представлена, в основном, полями различного происхождения и элементарными частицами.

Ученые эпохи Альфарабиуса обладали, как правило, универсальными познаниями, да и он сам с честью проявил себя во многих дисциплинах. Придя к выводу, что подлинные знания дают лишь астрономия и математика, он классифицировал их на арифметику и теорию чисел, геометрию, оптику, науку о звездах — астрономию и астрологию, науку о тяжестих (статику) и науку о механизмах (механику). Каждую из этих наук Альфарабиус подразделял на практические и теоретические разделы: «Практическая изучает числа постольку, поскольку речь идет о числах считаемых, нуждающихся в определении их числа. Эту науку применяют в рыночных и гражданских делах. Теоретическая наука изучает числа в абсолютном смысле, отвлеченные разумом от тел и всего, что поддается в них счету. Арифметика проникает во все науки». То же самое касается и геометрии. «Теоретик, — писал он, — представляет себе линии в общем, отвлекаясь разумом от того, каково это тело. Он представляет себе геометрическое тело не как дерево, кирпич или железо, а вообще как геометрическое тело». Задолго до Декарта, Альфарабиус полагал алгебру наукой общей как для чисел, так и для геометрии и писал, что она представляет собой разнообразные методы нахождения чисел или решений. Подразделение математических наук на практические и теоретические является, по сути, развитием идей Аристотеля о том, что математические понятия получают путем абстракции из понятий реального мира.

К настоящему времени сохранилось около семидесяти научных работ Альфарабиуса. В «Книге приложений» он изложил основные понятия о тригонометрических линиях и принципы составления тригонометрических таблиц. Наиболее интересным здесь является введение тангенса и котангенса в тригонометри-



ческом круге, которые он определил как отрезки касательных к окружности. В этом сочинении он впервые сформулировал плоскую теорему синусов для произвольного треугольника. В «Книге духовных искусных приемов и природных тайн о тонкостях геометрических фигур» Альфарабиус изложил теорию геометрических построений. Особо интересными являются задачи на построение геометрических фигур с помощью циркуля и линейки, на преобразование многоугольника, а также задачи на построение геометрических фигур на сфере или, как говорят теперь, в сферических координатах. Многократно арифметика, геометрия и тригонометрия используются в трудах Альфарабиуса по теории музыки.

В «Трактате о звездах» Альфарабиус дал классификацию более или менее вероятных событий. В частности, он ввел понятие «случайных событий», природа которых неизвестна. Эта классификация событий такова: невозможное, редко возможное, равновероятное, возможное в большинстве случаев, необходимое (достоверное). Идеи Альфарабиуса сыграли существенную роль в формировании основных концепций теории вероятностей.

Наряду с точными науками Альфарабиус интересовался творческой деятельностью человека, проблемами политики и морали, теорией государства. Интересные мысли он высказывал о проблеме пророчества. Для того, чтобы стать пророком, писал Альфарабиус, человек должен достичь определенного научного уровня. Человек действительно становится пророком, когда для него не существует больше разницы между пророчеством и активным, познающим разумом. В этом плане пророчество по Альфарабиусу ничем не отличается от научного предвидения в современном понимании.

Как и многие ученые своего времени, Альфарабиус много путешествовал по миру. Родился он в небольшом поселении Фараб на Аму-Дарье, а умер в Алеппо, в Сирии. Именем Альфарабиуса назван Казахский государственный университет, а его портрет украшает целый ряд монет и банкнот суверенного Казахстана.

## Глава 12

### АЛЬХАЗЕН

*А*бу Али аль-Хасан ибн аль-Хайтам, или в латинской транскрипции Альхазен, занимает видное место в ряду арабских философов, физиков и математиков, среди которых Аль-Хорезми, Авиценна, Омар Хайям и Аверроэс. Его имя символизирует

колоссальный вклад арабских ученых в развитие точных наук. Написанная им семитомная монография по оптике (китаб аль-маназир) оказала существенное влияние на развитие европейской науки и, в частности, на Роджера Бэкона, Иоганна Кеплера и даже Исаака Ньютона.

Альхазен родился в Басре в 965 году, а умер в 1040 году в Каире. В Египет он перебрался еще при верховном правителе Аль-Хакиме, который поручил ему регулирование водного стока Нила. Эта затея закончилась неудачей, хотя много позже именно в выбранном им Асуане были построены плотины, избавившие египтян от разрушительных наводнений. Невыполнение указаний халифа, который объявил себя к тому же земным воплощением бога, могло дорого обойтись выдающемуся ученому, так что последний предпочел объявить себя сумасшедшим. Этот прием, бесполезный и для современных естествоиспытателей, позволил Альхазену сконцентрироваться на научных исследованиях, благо незадолго до этого в Каире была воздвигнута мечеть Аль-Азхар — по сути, первый университет мусульманского мира.

Из написанных Альхазеном 92 книг до нашего времени сохранилось 55, которые показывают его ученым-энциклопедистом, автором основополагающих трудов по теории света, астрономии и математике. Ему, в частности, принадлежит формулировка знаменитой задачи (проблема Альхазена): «при заданном источнике света найти точку на сферическом зеркале, откуда свет отражается в глаз наблюдателю».

В решение этой проблемы не только для сферических, но и для цилиндрических и конических зеркал важный вклад внес великий голландский ученый Кристиан Гюйгенс. «Китаб аль-маназир» был переведен на латынь в 1270 году и получил название «Оптический Тезаурус Альхазена» (*Opticae thesaurus Alhazeni*). Эта работа явилась важнейшим вкладом в оптику после знаменитого «Альмагеста» Птолемея. Уже в первой книге своего капитального труда Альхазен отмечал единую природу света, приводя в качестве его источников Солнце, огонь или отражения в зеркалах. В отличие от своих предшественников, он полагал, что свет излучается не из глаз наблюдателя, а непосредственно от объекта. Может быть, сегодня сама постановка такого вопроса представляется наивной, однако понимание этого в то время знаменовало колоссальный прогресс. Экспериментальные исследования Альхазена привели его к использованию камеры обскуры — черного ящика с небольшим отверстием, заложив тем самым основы современной фотографии.

## БИРУНИ

Великий энциклопедист Востока Абу Рейхан Мухаммед ибн Ахмед аль-Бируни (973–1048) полагал, что «Всеведение Аллаха не оправдывает нашего невежества», и всю жизнь посвятил накоплению знаний. Его интересовали астрономия и география, математика и физика, геология и минералогия, химия и ботаника, история и этнография, философия и филология, и в каждую из этих наук он внес заметный вклад. Как ни удивительно, период великих исторических потрясений в Средней Азии совпал с расцветом науки и культуры, так что в одно время с Бируни творили многие выдающиеся ученые, включая аль-Хорезми и Авиценну.

Родился Бируни в южном Хорезме на землях нынешнего Каракалпакистана (страны Черного Колпака) в городе Кят, который в настоящее время носит его имя. Как и многие образованные люди того времени, он писал на арабском языке, что напоминает ситуацию с использованием латыни в средневековой Европе. При дворе местного шаха Мамуна он возглавлял Академию, а после завоевания Хорезма султаном Махмудом Бируни переехал в Газни на территории нынешнего Афганистана. Переезд ученого к новому месту жительства не был вполне добровольным, ибо султан рассматривал его в качестве некоего трофея. Вместе с тем, правитель создал для Бируни вполне приемлемые условия для работы, а также брал его в свои военные походы. Результатом таких походов в Индию стал фундаментальный труд «Разъяснение принадлежащих индийцам учений, приемлемых разумом или отвергаемых». Эта монография сыграла важнейшую роль в сближении различных культур средневековья, причем Бируни не только знакомил фарсидов и арабов с индийскими достижениями, но и переводил на санскрит труды древних греков. Основываясь на изучении летоисчисления разных народов, Бируни предложил общие принципы составления календарей, заложив тем самым основы новой науки — хронологии.

После смерти султана Махмуда в 1030 году трон занял его сын Масуд, щедро одаривший философа своими милостями.



В 1036–1037 годах Бируни написал свой главный труд — «Канон Масуда». Эта работа посвящена астрономии и математике, ибо именно эти науки определяли успех в поливном земледелии и торговых путешествиях. В указанных дисциплинах достижения Бируни оставались непревзойденными в течение нескольких веков. Он сделал вклад в расширение понятия числа, теорию кубических уравнений, сферическую тригонометрию, составил тригонометрические таблицы. Им был изготовлен самый крупный стенной квадрант, позволявший измерять положение Солнца с точностью до 2', дано точное определение наклона эклиптики к экватору и векового изменения этой величины. По степени понижения горизонта при наблюдениях с горы им был предложен новый метод определения радиуса Земли и практически точно определена эта величина (~ 6400 км). Явление утренней и вечерней зари Бируни объяснял как следствие свечения пылинок в лучах скрытого за горизонтом Солнца. Вслед за Арьябатой Бируни допускал, что Земля вращается вокруг своей оси. Понимая различие между «огненными телами» — Солнцем и звездами и темными телами — Луной и планетами, Бируни высказывал сомнения в справедливости геоцентрической системы мира Птолемея.

## Глава 14

### АВИЦЕННА

*Абу Али аль-Хуссейн ибн Абдалла ибн Сина*, или же в латинской транскрипции Авиценна (980–1037) прожил жизнь в обстановке исключительной политической нестабильности в государствах Центральной Азии. В этот период времени власть, отвоеванная Саманидами у Аббасидов, переходила в руки Караканидов, и великому ученому приходилось постоянно переезжать от одного правящего двора к другому. Родился Авиценна в предместье Бухары, где его отец был одним из многочисленных наместников султана Мансура. Уже к шестнадцати годам Авиценна настолько преуспел в науках, в частности, в медицине, что был призван ко двору Мансура. Здесь он излечил султана от какой-то неизвестной болезни и получил доступ к его уникальной библиотеке.

Близость к сильным мира сего, может быть, и оказала бы Авиценне неоценимую поддержку в научных изысканиях, если бы султану Мансуру хватило предвидения не передавать власть в Газни турецкому вольноотпущеннику Себюктигину, а губернаторство в Хорасане его сыну Махмуду. В 999 году Бухара под натиском турков пала, а Авиценна лишился своего могуществен-