



Книжные проекты
Дмитрия Зимина

Эта книга издана в рамках программы
«Книжные проекты Дмитрия Зимина»
и продолжает серию «Библиотека «Династия».

Дмитрий Борисович Зимин — основатель
компании «Вымпелком» (Beeline), фонда
некоммерческих программ «Династия» и фонда
«Московское время».

Программа «Книжные проекты Дмитрия
Зимина» объединяет три проекта, хорошо
знакомые читательской аудитории: издание
научно-популярных переводных книг
«Библиотека «Династия», издательское
направление фонда «Московское время»
и премию в области русскоязычной научно-
популярной литературы «Просветитель».

Подробную информацию о «Книжных проектах
Дмитрия Зимина» вы найдете
на сайте ziminbookprojects.ru.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Краткий список планет и их спутников	9
Введение	17
Глава 1. Древние руины	57
Глава 2. Камни в потоке.....	109
Глава 3. Системы внутри систем.....	151
Глава 4. Странности и мелочи.....	193
Глава 5. Щебень и гигантские столкновения.....	249
Глава 6. Последние выжившие	285
Глава 7. Миллиард земель	345
Заключение	371
Эпилог	381
Благодарности	389
Глоссарий.....	391
Примечания.....	399
Предметно-именной указатель	461

КРАТКИЙ СПИСОК ПЛАНЕТ И ИХ СПУТНИКОВ

В Солнечной системе имеется по крайней мере девять планет* (в зависимости от того, кто ведет подсчет) и более 200 их естественных спутников. Ниже перечислены некоторые самые интересные и важные из них¹. Поскольку спутники иногда имеют странную форму, а планеты с коротким периодом вращения представляют собой сплюснутые эллипсоиды, приводятся их средние диаметры. Радиусы орбит планет даны в астрономических единицах (а. е.), где 1 а. е. равна среднему расстоянию от Земли до Солнца — 149,6 млн километров. Радиусы орбит спутников даются в радиусах их планет.

МЕРКУРИЙ

Расстояние от Солнца: 0,39 а. е.

Диаметр: 4878 км

Масса: $3,301 \times 10^{23}$ кг

Орбитальный период: 0,24 года/88 суток

Период вращения: 58,6 суток

* Согласно официальной позиции Международного астрономического союза, в Солнечной системе к категории «планета» относятся восемь тел — Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. — *Прим. науч. ред.*

ВЕНЕРА

Расстояние от Солнца: 0,72 а. е.

Диаметр: 12 104 км

Масса: $4,867 \times 10^{24}$ кг

Орбитальный период: 0,62 года/226 суток

Период вращения: 243 суток (обратное вращение)

ЗЕМЛЯ

Расстояние от Солнца: 1 а. е. (по определению)

Диаметр: 12 742 км

Масса: $5,972 \times 10^{24}$ кг

Орбитальный период: 1 год/365,26 суток

Период вращения: 23,93 часа (сидерические сутки)

Луна

Расстояние от планеты: 60,3 радиуса Земли

Диаметр: 3474 км

Масса: $7,35 \times 10^{22}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Земли: 27,3 суток (сидерический месяц)

МАРС

Расстояние от Солнца: 1,52 а. е.

Диаметр: 6779 км

Масса: $6,417 \times 10^{23}$ кг

Орбитальный период: 1,88 года

Период вращения: 24,6 часа

Фобос

Расстояние от планеты: 2,8 радиуса Марса

Диаметр: 22 км

Масса: $10,8 \times 10^{15}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Марса: 7,7 часа

Деймос

Расстояние от планеты: 7,0 радиуса Марса

Диаметр: 12 км

Масса: $1,48 \times 10^{15}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Марса: 30,3 часа

ЮПИТЕР

Расстояние от Солнца: 5,2 а. е.

Диаметр: 139 882 км

Масса: $1,898 \times 10^{27}$ кг

Орбитальный период: 11,86 года

Период вращения: 9,9 часа

Ио

Расстояние от планеты: 6,03 радиуса Юпитера

Диаметр: 3643 км

Масса: $8,93 \times 10^{22}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Юпитера: 1,8 суток

Европа

Расстояние от планеты: 9,59 радиуса Юпитера

Диаметр: 3130 км

Масса: $4,79 \times 10^{22}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Юпитера: 3,6 суток

Ганимед

Расстояние от планеты: 15,3 радиуса Юпитера

Диаметр: 5268 км

Масса: $1,48 \times 10^{23}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Юпитера: 7,2 суток

Каллисто

Расстояние от планеты: 26,93 радиуса Юпитера

Диаметр: 4806 км

Масса: $1,08 \times 10^{23}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Юпитера: 16,7 суток

САТУРН

Расстояние от Солнца: 9,6 а. е.

Диаметр: 116 464 км

Масса: $5,683 \times 10^{26}$ кг

Орбитальный период: 29,44 года

Период вращения: 10,7 часа

Мимас

Расстояние от планеты: 3,18 радиуса Сатурна

Диаметр: 398 км

Масса: $3,75 \times 10^{19}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Сатурна: 0,942 суток

Энцелад

Расстояние от планеты: 4,09 радиуса Сатурна

Диаметр: 504 км

Масса: $1,08 \times 10^{20}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Сатурна: 1,37 суток

Тетфия

Расстояние от планеты: 5,06 радиуса Сатурна

Диаметр: 1072 км

Масса: $6,17 \times 10^{20}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Сатурна: 1,89 суток

Диона

Расстояние от планеты: 6,48 радиуса Сатурна

Диаметр: 1125 км

Масса: $1,10 \times 10^{21}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Сатурна: 2,74 суток

Рея

Расстояние от планеты: 9,05 радиуса Сатурна

Диаметр: 1528 км

Масса: $2,31 \times 10^{21}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Сатурна: 4,52 суток

Титан

Расстояние от планеты: 21 радиус Сатурна

Диаметр: 5150 км

Масса: $1,34 \times 10^{23}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Сатурна: 15,9 суток

Гиперион

Расстояние от планеты: 25,7 радиуса Сатурна

Диаметр: 270 км

Масса: $1,08 \times 10^{19}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Сатурна: 21,3 суток

Япет

Расстояние от планеты: 61,1 радиуса Сатурна

Диаметр: 1469 км

Масса: $1,81 \times 10^{24}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Сатурна: 79,3 суток

УРАН

Расстояние от Солнца: 19,2 а. е.

Диаметр: 51 260 км

Масса: $8,681 \times 10^{25}$ кг

Орбитальный период: 84,02 года

Период вращения: 17,2 часа (обратное вращение)

Миранда

Расстояние от планеты: 5,08 радиуса Урана

Диаметр: 472 км

Масса: $6,59 \times 10^{19}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Урана: 1,41 суток

Ариэль

Расстояние от планеты: 7,47 радиуса Урана

Диаметр: 1160 км

Масса: $1,3 \times 10^{21}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Урана: 2,52 суток

Умбриэль

Расстояние от планеты: 10,4 радиуса Урана

Диаметр: 1170 км

Масса: $1,17 \times 10^{21}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Урана: 4,14 суток

Титания

Расстояние от планеты: 17,1 радиуса Урана

Диаметр: 1577 км

Масса: $3,53 \times 10^{21}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Урана: 8,71 суток

Оберон

Расстояние от планеты: 22,8 радиуса Урана

Диаметр: 1523 км

Масса: $3,03 \times 10^{21}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Урана: 13,5 суток

НЕПТУН

Расстояние от Солнца: 30,0 а. е.

Диаметр: 49 244 км

Масса: $1,024 \times 10^{26}$ кг

Орбитальный период: 165 лет

Период вращения: 16,11 часа

Протей

Расстояние от планеты: 3,77 радиуса Нептуна

Диаметр: 420 км

Масса: $4,4 \times 10^{19}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Нептуна: 1,1 суток

Тритон

Расстояние от планеты: 14,4 радиуса Нептуна

Диаметр: 1682 км

Масса: $2,14 \times 10^{22}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Нептуна: 5,9 суток

Нереида

Расстояние от планеты: 22,4 радиуса Нептуна

Диаметр: 340 км

Масса: $3,09 \times 10^{19}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Нептуна: 360 суток

ПЛУТОН

Расстояние от Солнца: 39,5 а. е.

Диаметр: 2377 км

Масса: $1,303 \times 10^{22}$ кг

Орбитальный период: 248 лет

Период вращения: 6,39 суток (обратное вращение)

Харон

Расстояние от планеты: 16,5 радиуса Плутона

Диаметр: 1212 км

Масса: $1,55 \times 10^{21}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Плутона: 6,39 суток

Никта

Расстояние от барицентра Плутона — Харона: 41 радиус Плутона

Диаметр: 74 км

Масса: $4,5 \times 10^{16}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Плутона — Харона: 24,9 суток

Гидра

Расстояние от барицентра Плутона — Харона: 54,5 радиуса Плутона

Диаметр: 38 км

Масса: $4,8 \times 10^{16}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Плутона — Харона: 38 суток

ХАУМЕА

Расстояние от Солнца: 43 а. е.

Диаметр: 1436 км

Масса: $4,0 \times 10^{21}$ кг

Орбитальный период: 284 года

Период вращения: 3,9 часа

Намака

Расстояние от планеты: 48,2 радиуса Хаумеи

Диаметр: 170 км

Масса: $1,8 \times 10^{18}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Хаумеи: 34,7 суток

Хииака

Расстояние от планеты: 60,7 радиуса Хаумеи

Диаметр: 310 км

Масса: $1,8 \times 10^{19}$ кг

Орбитальный период обращения вокруг Хаумеи: 49,1 суток

ВВЕДЕНИЕ

Время — отец истины. Мать ее — наш разум.

ДЖОРДАНО БРУНО

Я родился в октябре в Норвегии, поэтому прошло целых полгода до того, как мне удалось полежать на мягкой траве, глядя в небо после захода солнца. (Никогда не мешайте ребенку смотреть в небо.) Как бы то ни было, иногда той темной холодной зимой я, закутанный с ног до головы, оказывался на улице в катящейся куда-то детской коляске. Конечно, по-настоящему я этого не помню, но почти уверен, что впервые увидел Луну холодным полумесяцем, сияющим на темно-синем небе среди немногочисленных ярких жемчужин. Всю мою последующую жизнь это зрелище заставляет меня забыть любые дела. С тех пор — возможно, именно из-за этого — я интересуюсь планетами.

Более ясно я помню, как в первый раз встретила с Лунной моя дочь. Она родилась летом в умеренных широтах. Когда ей исполнилось десять дней, мы отнесли девочку на соседний холм, чтобы полюбоваться на лунное противостояние¹, когда ночное светило становится особенно ярким; блеск Луны затмил все, кроме нескольких звезд и, возможно, одной планеты. Стоял тихий прохладный вечер, вокруг нас кружили насекомые. Я никогда не забуду, как выглядело в этом волшебном свете потрясенное маленькое личико

дочери, выглядывающее из складок хлопкового слинга. Она издала новый звук, напоминающий какое-то слово, и потянулась пальчиками к бледно-белому кругу в небе.

С детства мы знакомы с Луной, мы смотрим на нее, она волнует нас и внушает нам благоговение. Астрологи утверждают, что она оказывает огромное влияние на наш характер, наши моральные качества и нашу душу. Бесчисленные поколения выросли под ее вечным благосклонным взглядом, что на временной дистанции порядка миллиона лет привело к возникновению общечеловеческой идеи Луны, выраженной в стихах, историях, мифах, астрологических теориях и религиозных учениях.

Люди воспринимали Луну и с научной, и с донаучной точек зрения. К ней подступались геометры, летописцы, наблюдатели за приливами и предсказатели затмений. Но на ночное светило также смотрели священники и оракулы, архитекторы и градостроители, земледельцы, охотники и рыболовы. Стремясь к научному пониманию Луны, мы не можем поспешно отмахнуться от всего этого. Научный анализ ее происхождения и развития неотделим от остального культурного контекста. Помимо любых геофизических, астрономических или космохимических характеристик, Луна имеет свой особый *смысл*.

Чтобы добиться научного понимания Луны, мы должны проследить весь путь от первых попыток ученых разобраться в устройстве окружающего мира. Это означает обратиться к временам, когда наблюдения касались конкретных, непосредственно видимых фактов, таких как диаметр (в полпальца) и положение в небе, когда натурфилософия была амальгамой идей и мыслительных привычек. В отличие от современного нам конвейера всестороннего анализа, наука в те времена скорее представляла собой брызжащий во все стороны фонтан идей, расширяющийся круг знаний,

связанных с духовными поисками человека. Читая эту книгу, не забывайте, что вы всегда можете перескочить через несколько абзацев или перейти к следующей главе, как только вам этого захочется, ориентируясь на иллюстрации, сопровождающие текст в тех или иных главах. Язык линейен, но расказу совсем не обязательно оставаться таковым.

Наука в нашем понимании существовала всегда, но со временем сфера ее интересов значительно расширилась, а масштаб исследований пропорционально сжался. Философы были и астрофизиками, и теоретиками в области строения вещества. Астрологи — астрономами, теми, кто изучал и применял геометрию, измеряя мир. Химия была алхимией, чьи склянки, фиалы и атаноры обеспечивали материальное и сверхъестественное содержание астрологии. Колесо У-син, катящееся от дерева к огню, земле, металлу и воде, а потом возвращающееся обратно², содержит в себе начальные представления о геологии и химии: благодаря огню дерево превращается в землю; металл приносит воду. Божества Древнего Бенина Маву (Луна) и ее брат Лиза (Солнце), отражая астрофизическую симметрию, порождали потомство во время каждого затмения. Затмения, кометы и другие небесные события изображались художниками каменного века в виде геоглифов, встречающихся в пустынных районах по всему миру и сохраняющих память о системах знаний, почти недоступных нашему пониманию.

В каждой системе мышления соединяется научное и духовное: как объяснять окружающий мир в голове и в сердце. Тем не менее такие объяснения не могут быть *чересчур* духовными. В конце концов, на Луне есть несимметричные отметины, в которых одни видят человека, а другие кролика, хотя они не слишком похожи ни на то, ни на другое. Это повреждение или родимое пятно? А может, как утверждали некоторые, это богиня Селена скачет боком на коне?

В донаучную эпоху воображение могло давать себе волю безо всяких ограничений, потому что тогда никто не видел поверхность Луны своими глазами, какими бы зоркими они ни были. Воздух искажает очертания предметов, а у нас есть ровно столько фоторецепторов, сколько дано нам природой. Кроме того, люди обнаружили, что на Солнце есть свои повреждения, но они появляются и исчезают, — это *солнечные пятна*, описанные китайскими натурфилософами, которые смотрели на дневное светило сквозь дым лесных пожаров. Пожалуйста, никогда не пытайтесь это повторить³.

За фундаментальными каденциями планетного движения — день, месяц, год — скрываются неточности и тонкости, для прояснения которых потребовались тысячи человеческих поколений, а также зарождение астрономии. Для обитающих на Земле животных не имеет никакого значения, что лунный и солнечный циклы не укладываются один в другой⁴, что между окончанием 12-го лунного месяца и началом нового года остается 10 или 11 дней. Но людям, которые хотят записывать информацию и объяснять любые подробности, это очень важно.

Появления и исчезновения планет можно предсказывать. Марс остается тусклым более года, а затем становится ярким и наливается краснотой во время противостояния, когда какое-то время движется бок о бок с Землей по одну сторону от Солнца. Он высоко стоит и ярко светит — наступает пора Ареса, которую часто считали предвестием грядущих войн. То, что сияющий Марс является предзнаменованием трудных времен, стало самоисполняющимся пророчеством. Подобное же могущество было заключено и в предсказании затмений — вспомните легенду о Фалесе Милетском. В некоторые ночи звезды падают с небес, сгорая в атмосфере яркими полосами. Что это предвещает? А как насчет величественных комет, чьи разноцветные хвосты ночи напролет

видны по всему миру? Тогда, как и сейчас, за то, чтобы объяснить все эти вещи, разворачивалось целое состязание. Мое божество или твое? Натурфилософия, магия, нелепые выдумки или современная наука?

Человеческая культура насчитывает сотни тысяч лет, и ее первыми историями вполне могли стать рассказы о куда более зрелищных кометах, чем те, которые когда-либо видели мы. Истории могли складываться и о взрыве соседней звезды, которая несколько недель сияла на небосводе ярче, чем полная луна, а потом превратилась в ведьмин круг, заметный еще многие десятки лет. Что должен был думать об этом пещерный житель каменного века? Каждое человеческое существо во всем мире всматривалось в это кольцо; после такого ничто не могло остаться прежним.

Несмотря на странные и величественные события, нарушающие ход вещей, движение Земли, Луны и планет в целом является гармоничным. Это привело к появлению романтической идеи, что все *истинное* должно быть гармоничным, или, как это выразил юный Джон Китс,

В прекрасном — правда, в правде — красота,
Вот все, что знать вам на земле дано*⁵.

Лежащая в основе всего гармония, ровно бьющееся сердце Солнечной системы, отражается в нашей литературе, живописи, скульптуре, музыке и архитектуре, а также в нашей науке, которая стремится к своего рода регулярности своей структуры.

Календарь — это наша попытка уловить ритмы Солнечной системы. Среди них важнейшим являются *сутки*, определяющиеся одним оборотом Земли вокруг своей оси,

* Пер. Г. Кружкова.

и для нас, людей, заключающие в себе один цикл бодрствования и сна, который необходим нам так же, как и пища⁶. Каждое название дня недели в английском календаре имеет астрономические ассоциации: Sunday (воскресенье — Sun's day, «день Солнца»), Monday (понедельник — Moon's day, «день Луны»), Tuesday (вторник — Tiu's day, «день Тиу», то есть Марса), Wednesday (среда — Odin's day, «день Одина», то есть Меркурия), Thursday (четверг — Thor's day, «день Тора», то есть Юпитера), Friday (пятница — Freya's day, «день Фрейи», то есть Венеры), Saturday (суббота — Saturn's day, «день Сатурна»)⁷. Четыре недели по семь дней составляют *месяц*, который приблизительно равен орбитальному периоду обращения Луны вокруг Земли⁸. Двенадцать с половиной таких месяцев — это *год*, период обращения Земли вокруг Солнца. Все эти ритмы находятся где-то между биением человеческого сердца (примерно секунда) и сроком жизни (тысяча лун).

Когда-то люди не нуждались в часах и календарях: «зерно созреет через две недели»⁹, «я вернусь к снежной луне», «это было тем летом, когда Марс светил очень ярко». Чтобы указать время, человек использовал Луну и Солнце; тут не оставалось места для разночтений. Каждая яркая звезда была знакома, и ни один новичок на ночном небе не оставался незамеченным. Самый темный небосвод, какой вы только видели, — таким было звездное небо для всех и каждого везде, где стояла ясная погода.

Лунный календарь — это живой организм; когда вы пытаетесь зафиксировать его на письме, он сопротивляется. После 12-й полной луны остается еще примерно 11 дней. После 365 дней остается где-то четверть суток, но не точно, что приводит к появлению високосных лет и прочих сложностей. Справляться с этими дополнительными днями и часами, решать, как собрать все это в единое целое, стало работой

жрецов, чьи первые храмы одновременно являлись и обсерваториями, ориентированными по орбите и направлению вращения Земли, на восток, на запад и на восход в день солнцестояния. Кто-то должен был описать божественный порядок, дать удовлетворительные объяснения смене сезонов, беспорядочным отметинам на Луне, кометам и метеорным дождям. И ни одна из этих религий не возникла в отрыве от предшествующего контекста, от суммы человеческой памяти, накопленной с того начального момента, когда она была разбужена каким-то редким, непостижимым небесным зрелищем.

Специалисты по планетам работают с историями. Некоторые из них являются истиной, а другие «исходят из доступных нам знаний». Есть и такие, к которым мы только примериваемся: это смелые оценки и измышления в духе «а что, если», ограниченные современным состоянием физики, геологии, химии и математики, но отмечающие всякие границы из-за того, что единственный путь к тому, чтобы доказать ложность утверждения, — это решительно заявить, что оно истинно. Таким образом, работа ученого заключается в том, чтобы искать факты и одновременно действовать как провокатор¹⁰. Наша планета появилась в результате мощных столкновений — это факт; Луна — их следствие. Из этого факта можно вывести идеи и образы, уже граничащие с фантастикой: Луна, которая находится в десять раз ближе к Земле, чем сегодня; Луна в десять раз больше; Луна, сияющая в 100 раз ярче¹¹. Ее испещренная кратерами и вулканами поверхность обращена к бешено вращающейся под ней Земле; она вызывает в земных океанах приливы высотой во много километров, заливающие первые континенты, — всего этого мы никогда не видели, но мы можем об этом догадываться. Геология началась. «Да соберется вода, которая под небом, в одно место, и да явится суша»¹².

Теперь представьте себе две Луны, расположенные относительно друг друга у вас над головой как две вытянутые в разные стороны руки: большая размером с ладонь, а маленькая — с кулак. Они обращаются вокруг Земли в кольце других обломков и мелких тел. Над горизонтом восходит одна Луна — и тут же появляется другая, как мать и ее детеныш. Когда-то так оно и было.

*Тот, для кого и камень драгоценность, на каждом шагу
натывается на сокровища.*

ПЕР ЛАГЕРКВИСТ, «КАРЛИК»*

Некоторые дети растут, мечтая о динозаврах, пожарных машинах или растениях; для меня не было ничего интереснее логики, математики и планет. Счастливее всего я был, когда гулял и думал о чем-то своем — как говорила моя мать, витал в облаках. Но, кроме того, меня обуревала страсть к открытию и объяснению вещей, а для этого требовалось выйти из своего мирка, вначале обучая (ведь это единственный способ действительно разобраться в чем-то), а потом учась, чтобы стать ученым, занимающимся происхождением планет и космическими экспедициями — всем тем, что стало темами этой книги.

После университета я преподавал девятиклассникам предмет «Науки о Земле». Хотя я никогда не изучал геологию специально, мне удавалось подготовиться к тому, чтобы учить других, потому что это такая интересная область. Она затягивает, и вскоре ты начинаешь смотреть на мир совсем другими глазами. Учебник, который мы использовали, был прекрасно написан и содержал отличные научные иллюстрации и схемы¹³. Один его экземпляр до сих пор лежит у меня

* Пер. В. Мамоновой.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru