

УДК 55(030)  
ББК 26.0я2  
К68

*Воспроизведение всей книги или любой ее части запрещается без письменного разрешения издателя. Любые попытки нарушения закона будут преследоваться в судебном порядке.*

**Короновский, Николай Владимирович.**

К68 Планета Земля. Иллюстрированный гид / Н. В. Короновский. — Москва: Издательство АСТ, 2020. — 192 с.: ил. — *(Иллюстрированный гид)*.

ISBN 978-5-17-119734-6

Что связывает реку Подкаменную Тунгуску в Восточной Сибири, урочище Пестрые скалы на сибирской реке Попи-гай и прекрасные карстовые колодцы на полуострове Юкатан? Как погибли Помпеи, Стабии и Геркуланум? Как были уничтожены город Сен-Пьер на острове Мартиника и 30 000 его жителей? Почему Армению сотрясают землетрясения, а Японию тревожат цунами? Зачем на Кольском полуострове пробурили скважину глубиной более 12 000 метров? Земля хранит много тайн в своих недрах и на дне океанов, но многие загадки нашей планеты уже разгадали геологи. Обо всем этом Вам предстоит прочесть здесь.

Явления, которые кажутся невероятными, объясняет большая наука.

Николай Владимирович Короновский — доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой динамической геологии геологического факультета МГУ.

УДК 55(030)  
ББК 26.0я2

«Я всегда знал, что небо полно тайн,  
но только теперь понял, насколько полна  
загадками земля».

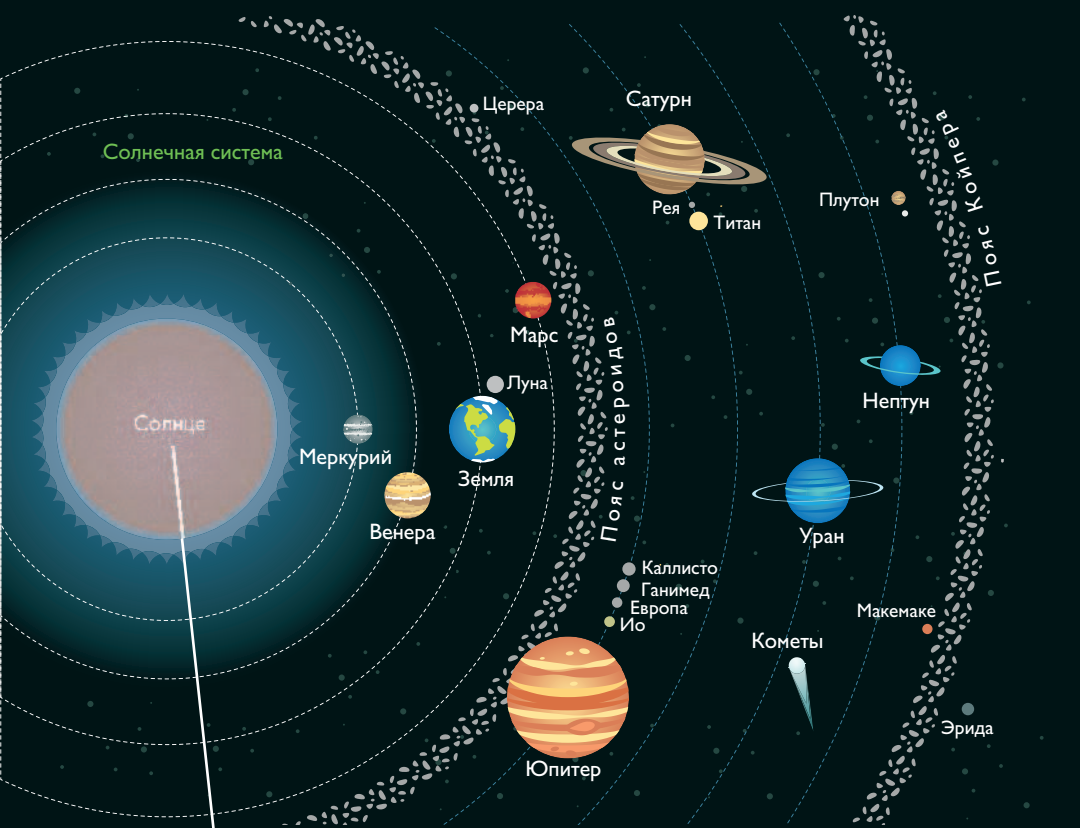
**Ренсом Риггз,**  
*американский писатель*



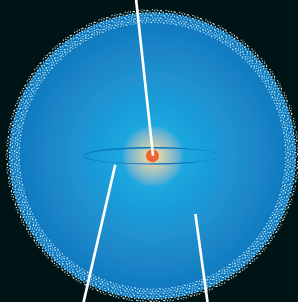
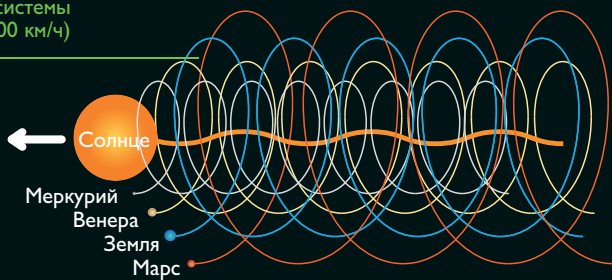




# Земля в Солнечной системе



Движение  
Солнечной системы  
(70 000 км/ч)



По Солнечной системе перемещаются также метеороиды, размер которых не превышает 30 м. Влетая в атмосферу со скоростью 10–20 км/с, они чаще всего нагреваются и сгорают. Если метеороид падает на землю, мы называем его метеороидом.

# Образование Солнечной системы

Образцы метеорита,  
найденные в морене  
Слона. Район хребта  
Льюиса. Антарктида



Наше Солнце, желтый карлик, находится в спиральной галактике Млечного Пути. Вокруг него вращаются восемь планет с многочисленными спутниками, и их масса составляет лишь 0,134 общей массы всей Солнечной системы. Одна из гипотез об образовании Солнечной системы гласит, что часть огромного газопылевого облака начала испытывать сжатие — возможно, из-за ударной волны от взрыва сверхновой звезды или из-за естественных причин развития газопылевого облака. Сжатие облака происходило очень быстро, и в центре сосредоточилась почти вся масса вещества. Скорость вращения облака по краям стала возрастать, оно быстро уплощалось, пока не превратилось в плоский диск. Частицы сталкивались, интенсивность их взаимодействия и температура в центре диска росли. Увеличение температуры и плотности в центре, где была сосредоточена почти вся масса, привело к слиянию ядер водорода

*Небесные тела,  
не являющиеся  
звездами,  
но, как и они,  
отражающие  
солнечный свет,  
Уильям  
Гершель назвал  
астероидами,  
то есть  
«подобными  
звезде».*



Уильям Гершель  
(1738–1822)

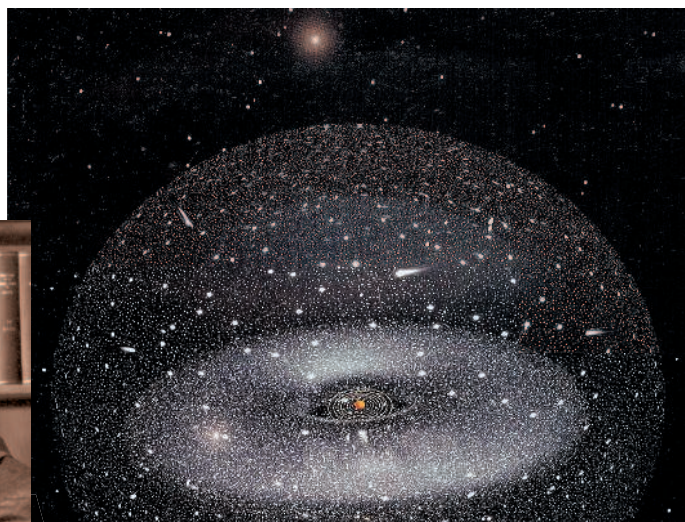


Большой и маленький  
астероид





Джерард Койпер  
(1905–1973)



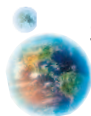
Предполагаемый вид пояса  
Койпера и облака Оорта

(протонов), возникновению термоядерной реакции и образованию Солнца.

Вещество протопланетного диска уплотнялось, что привело к формированию планет. Внутренними меньшими каменными планетами являются Меркурий, Венера, Земля и Марс, а внешними огромными газовыми планетами — Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун. Планеты разделены поясом астероидов, среди которых есть даже карликовые планеты, например Церера, диаметром почти 1000 км. Все планеты вращаются в одной плоскости — эклиптике — вокруг Солнца. Более того, все они, кроме Венеры, вращаются в одну сторону вокруг своих осей. На расстоянии до 55 астрономических единиц (а. е.) располагается открытый в 1992 г. пояс Койпера, в котором находится множество объектов размером до 100 км.

Еще дальше — в 100 000 а. е. от Солнца — находится так называемое облако Оорта. Там сосредоточены объекты из водяных, метановых и аммиачных льдов. Возможно, именно облако Оорта является источником долгопериодических комет типа кометы Галлея, неоднократно наблюдавшихся с Земли.

Считается, что общая масса пояса астероидов составляет 4–5% от массы Луны. Большая часть массы сосредоточена в четырех особенно крупных небесных телах, в том числе Церере и Весте. В настоящее время зарегистрировано около 380 000 астероидов, но только примерно 150 000 из них присвоены номера. (Подробнее см. главу «Астероиды».)



# Солнце и его работа

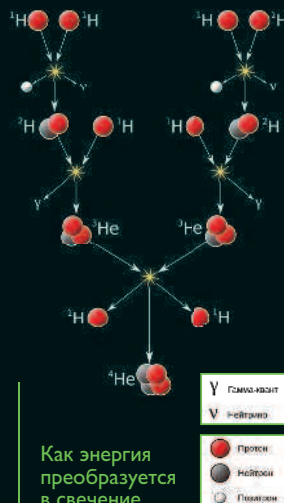


Ханс Бете  
(1906–2005)

Звезды, подобные Солнцу, весьма распространены в галактике Млечного Пути, но именно ему мы обязаны жизнью на нашей планете.

Наше Солнце — это звезда диаметром 1,4 млн км и плотностью  $1,4 \text{ г/см}^3$  (в центре плотность его достигает  $100 \text{ г/см}^3$ ). Она содержит 99,866% всей массы Солнечной системы, причем половина массы сосредоточена в ядре, хотя оно обладает размером не более 25% радиуса Солнца.

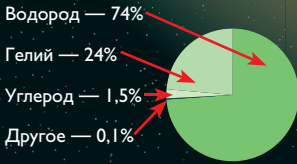
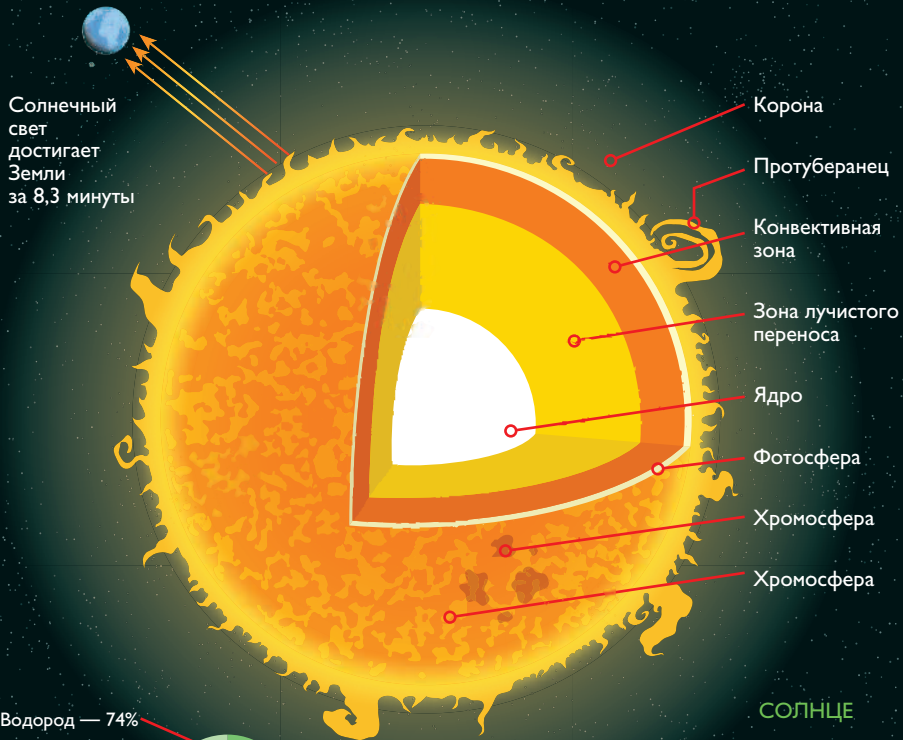
Солнечное ядро состоит из гелия, температура которого достигает 15 млн кельвинов, а давление внутри ядра — 300 млрд земных атмосфер. Далее располагаются зоны радиации, лучистого равновесия и конвекции, в которых происходит слияние ядер водорода с образованием гелия, а температура приближается к 20 000 кельвинов. Внешняя оболочка Солнца, фотосфера, нагрета до +6000 кельвинов. Толщина ее достигает 1000 км, а структура является гранулярной, то есть представляет собой чередующиеся темные и светлые пятна, что говорит об их разной температуре. Темные пятна, обнаруженные в экваториальной части фотосферы еще в III в. до н. э., являются выходом наиболее сильных магнитных полей —относительно холодных участков фотосферы. В ядре Солнца энергия накапливается за счет термоядерного синтеза, после чего она



Как энергия преобразуется в свечение



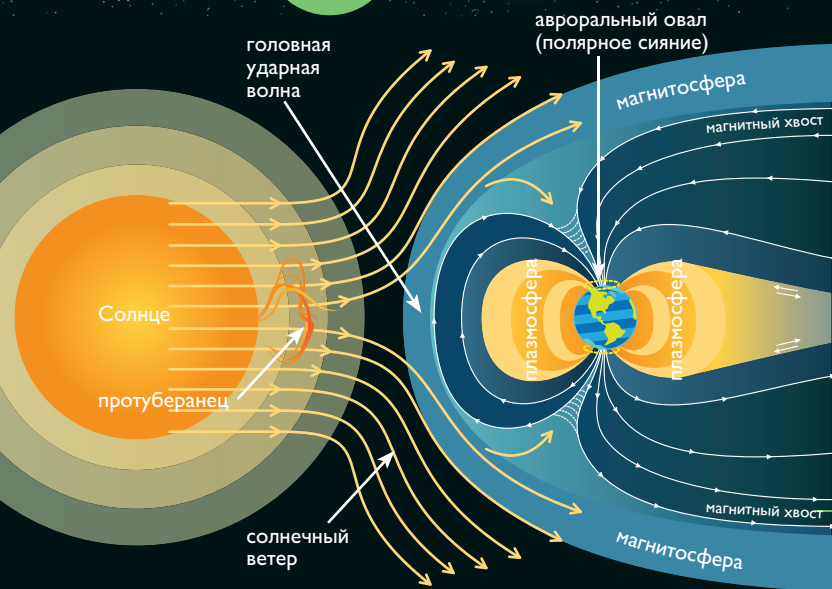




Масса Солнца составляет 99,86% веса всей Солнечной системы

### СОЛНЦЕ

**Возраст:** 4,6 млрд лет  
**Тип:** Желтый карлик (G2V)  
**Диаметр:** 1 392 684 км  
**Экватор:** 4 370 005,6 км  
**Масса:**  $1,99 \times 10^{30}$  кг (333,060 масс Земли)  
**Температура ядра:** 13 599 726°C  
**Температура поверхности:** 5 500°C  
**Среднее расстояние от Земли до Солнца:** 149,6 млн км



Возникновение геомагнитной бури

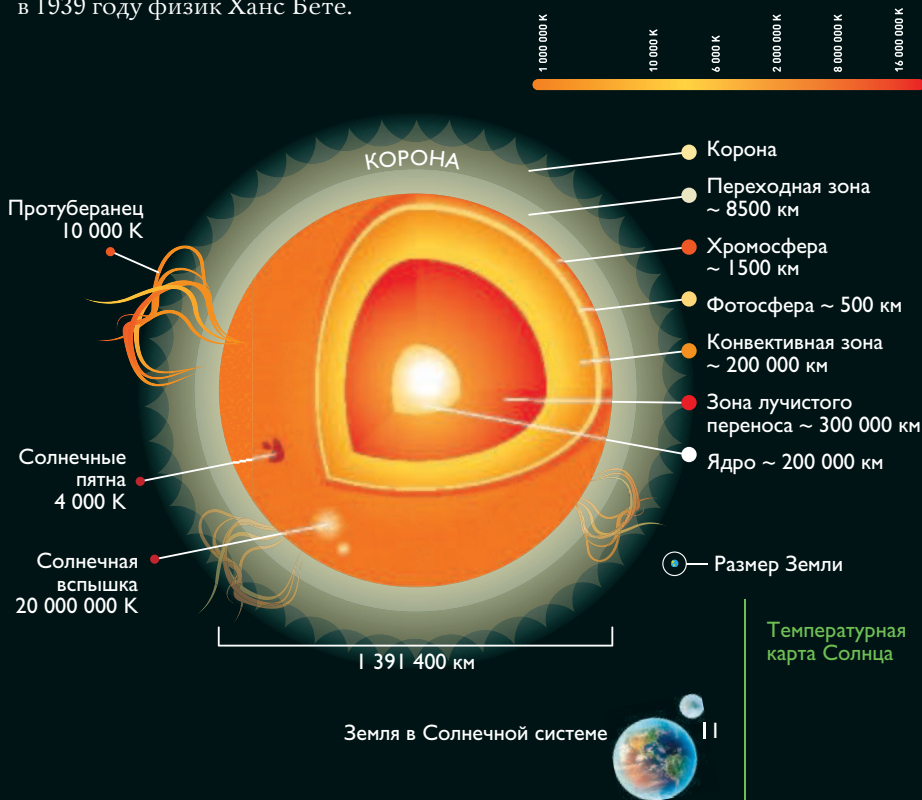


переносится к поверхности звезды в виде лучистой энергии.

Из фотосферы периодически выбрасываются огромные факелы, петли и протуберанцы вещества этого поверхностного слоя Солнца. Выше располагается хромосфера, еще выше — солнечная корона толщиной 12–13 млн км и с температурой до 1,5 млн кельвинов. Она хорошо видна во время солнечных затмений. В составе Солнца преобладает водород (H; 73%) и гелий (He; 25%), и только 2% составляют более тяжелые элементы.

Высокая температура Солнца приводит к тому, что атом водорода ионизируется и теряет электроны. От него остается только ядро — протон. Два протона — это дейтерий (тяжелый водород), который вступает в реакцию со свободным протоном и образует ядро нестабильного гелия ( $^3\text{He}$ ). Два ( $^3\text{He}$ ) образуют стабильный ( $^4\text{He}$ ), и высвобождаются еще два протона, которые, сливаясь, продолжают реакцию «протон-протон». Масса одного атома гелия на 0,7% меньше массы четырех протонов, и оставшаяся масса переходит в энергию по формуле Эйнштейна  $E = mc^2$ , что и дает свечение Солнца. Это превращение массы в энергию доказал в 1939 году физик Ханс Бете.

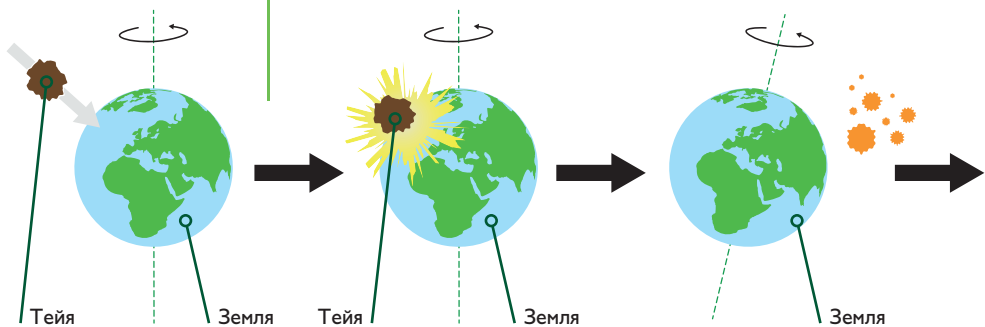
*Из солнечной короны истекает поток ионизированных частиц со скоростью от 400 до 1200 км/с. Он называется солнечным ветром и оказывает большое воздействие на земную магнитосферу: вызывает на планете магнитные бури.*



# Земля и Луна

*Хотя Луна и вращается вокруг Земли и ее ось расположена почти вертикально, плоскость орбиты Луны не совпадает с экваториальной плоскостью Земли и плоскостью эклиптики, то есть той, в которой вращаются все планеты. Кроме того, неравномерное движение Луны по орбите вокруг Земли позволяет нам видеть не 50, а 59% площади спутника.*

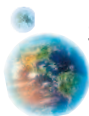
Вторая гипотеза образования Луны



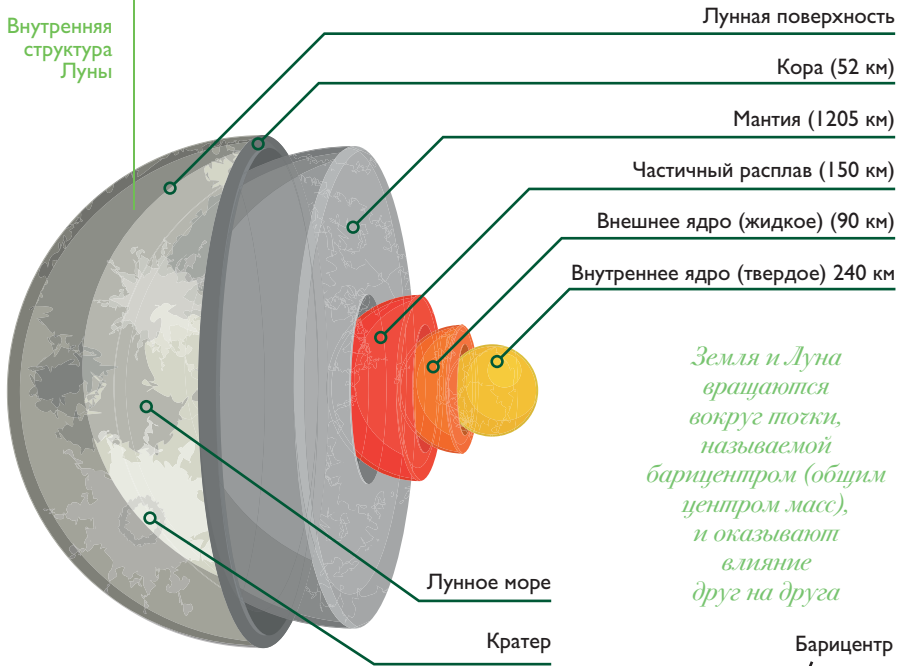
Как и когда образовалась Луна? В настоящее время существует две гипотезы. Согласно одной из них, Луна сформировалась из того же роя планетезималей — мельчайших космических частиц, — что и Земля. Согласно другой, она возникла в результате столкновения Земли в период ее роста с космическим телом (планетой) размером с Марс. Эта мифическая планета получила название Тейя. Удар спровоцировал выброс части мантии Земли, из которой и сформировался спутник. Эта гипотеза, несмотря на кажущуюся ее достоверность, встречает целый ряд возражений. Большинство ученых склоняются к первой версии, поскольку соотношение изотопов кислорода  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$  и  $^{18}\text{O}$  характеризует общий материал планетезималей всей Солнечной системы.

Возраст Земли оценивают в 4,54 млрд лет, а возраст древнейших пород на Луне (в основном базальтов из лунных кратеров) — в 1–3 млрд лет, что меньше возраста самой Луны, приблизительно равного 4,5 млрд лет. Такое несовпадение легко объяснимо: Луна подвергалась метеоритным бомбардировкам именно в этот период.

Известно, что раньше Луна была намного ближе к Земле и вращалась быстрее. Возможность существования жизни на Луне маловероятна: масса этой планеты настолько мала (в 81 раз меньше массы

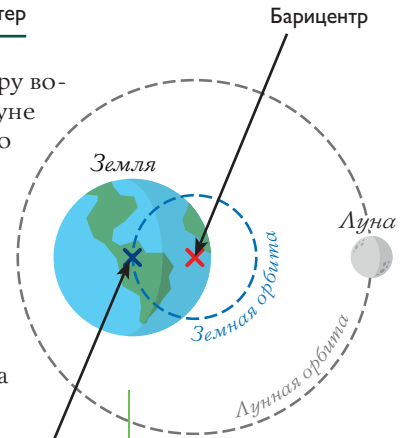


Внутренняя структура Луны



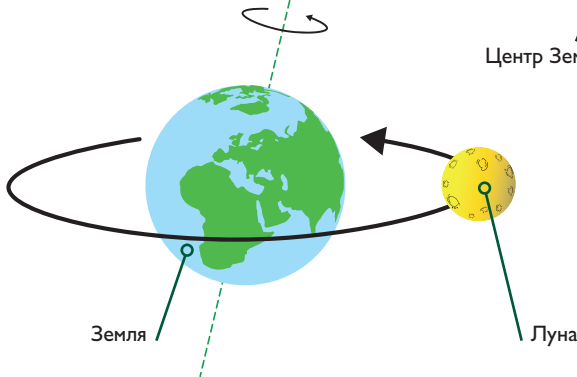
*Земля и Луна вращаются вокруг точки, называемой барицентром (общим центром масс), и оказывают влияние друг на друга*

Земли), что она не может удержать атмосферу вокруг себя. Кроме того, сила притяжения на Луне в шесть раз меньше, чем на Земле — именно поэтому американские астронавты могли передвигаться по поверхности спутника только прыжками. Отсутствие атмосферы приводит к тому, что в середине дня температура на экваторе может составлять  $+130^{\circ}\text{C}$ , а утром и ночью до  $-170^{\circ}\text{C}$ . Этим объясняется отсутствие на Луне воды. Строение у Луны такое же, как и у Земли — она имеет кору, мантию и ядро.



Расположение барицентра и орбит в системе Земля-Луна

Барицентр смещен примерно на 4650 км от центра Земли, тогда как радиус Земли немногим меньше 6400 км. От центра Луны барицентр примерно в 80 раз дальше, чем от центра Земли.



Земля в Солнечной системе





# Земля круглая?

Сэр Исаак Ньютон (1642-1727)

*После Исаака Ньютона о форме Земли высказывались и другие мнения, но экспедиции XVIII века в полярные и экваториальные районы Земли для измерения величины дуги в 1° подтвердили вывод английского физика и математика.*

Диаметр Земли составляет 12 756 км, а период вращения — 23 ч 56 мин 41 с, и все мы привыкли считать, что Земля имеет форму шара. В действительности же это представление не совсем точно. Исаак Ньютон первым доказал, что форма Земли сложнее и что главным фактором, влияющим на ее изгибы, является ее вращение, приводящее к образованию так называемого экваториального вздутия. Дело в том, что на Землю одновременно воздействуют прямо противоположные силы — гравитационные и центробежные.

В 1940 г. после многочисленных геофизических измерений Александр Изотов рассчитал параметры эллипсоида вращения, который назвал эллипсоидом Красовского — в честь учителя и коллеги, и эта модель используется для геодезических измерений в нашей стране по сей день. Экваториальный радиус (а) этого эллипсоида равен 6378,245 км, а полярный (b) — 6356,863 км; в плоскости экватора наибольший и наименьший радиусы отличаются на 213 км.

Однако и эта модель не является исчерпывающей для описания фигуры Земли, т.к. под приливным воздействием Луны ее вращение замедляется.

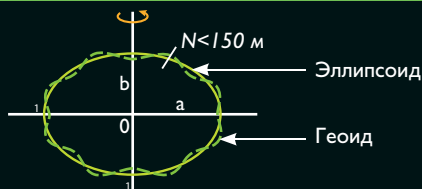
Кроме того, степень сплюснутости также изменяется со временем — масса Земли медленно перемещается из экваториальной области в более высокие широты. Точнее всего форма Земли

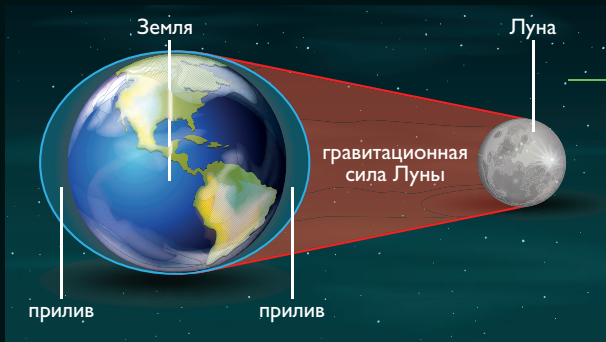


Феодосий Николаевич Красовский

Параметры эллипсоида Красовского

$$\alpha = \frac{a - b}{a}$$

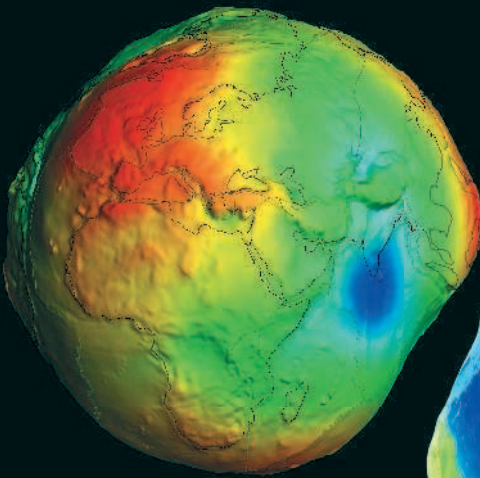




Лунные приливы

описывается фигурой геоида (от греч. «подобный Земле»). Ученым удалось построить карту поверхности геоида, и для ее создания использовались не только наземные геофизические данные, но и наблюдения со спутников. Земля на этой карте напоминает яблоко со следами укусов, и относительно этой поверхности ведется отсчет высот над уровнем моря. Точное знание поверхности геоида необходимо для навигации, на нем основана работа GPS-приемников.

*На вращение Земли оказывают влияние многочисленные факторы, такие как землетрясения, дрейф литосферных плит, атмосферное давление, давление водной толщи, притяжение Солнца и Луны, ветры и подземные воды.*



Модель геоида

