

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».

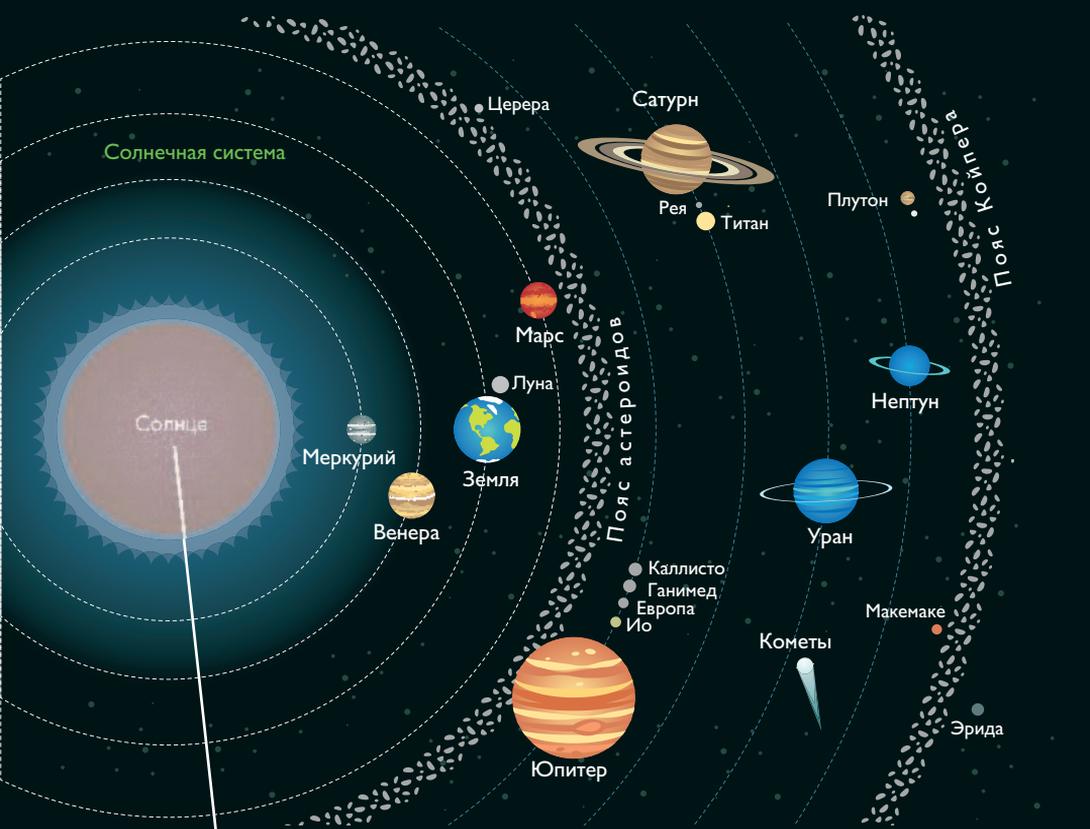
Ренсом Риггз,
американский писатель



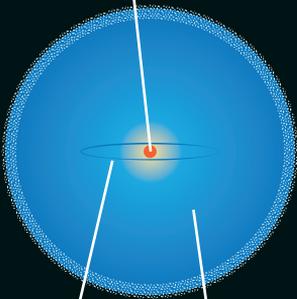
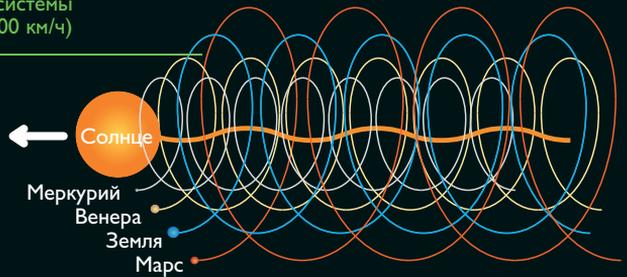




Земля в Солнечной системе



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 небольшими 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

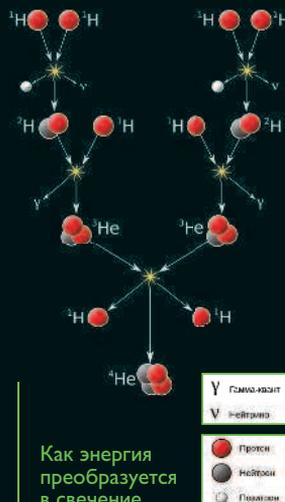


Ханс Бете
(1906–2005)

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 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.

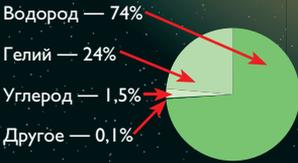
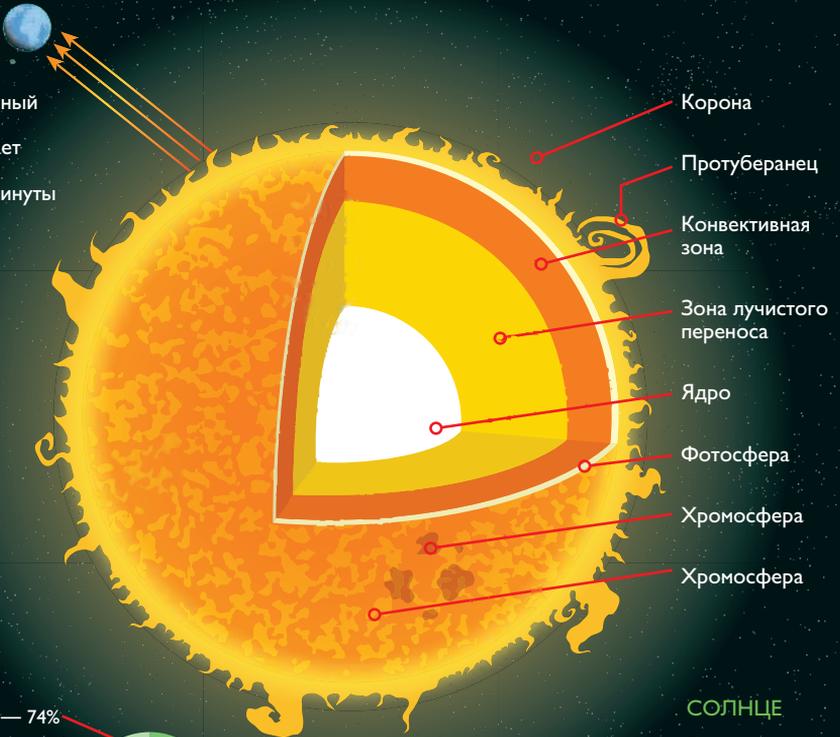
Солнечное ядро состоит из гелия, температура которого достигает 15 млн кельвинов, а давление внутри ядра — 300 млрд земных атмосфер. Далее располагаются зоны радиации, лучистого равновесия и конвекции, в которых происходит слияние ядер водорода с образованием гелия, а температура приближается к 20 000 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



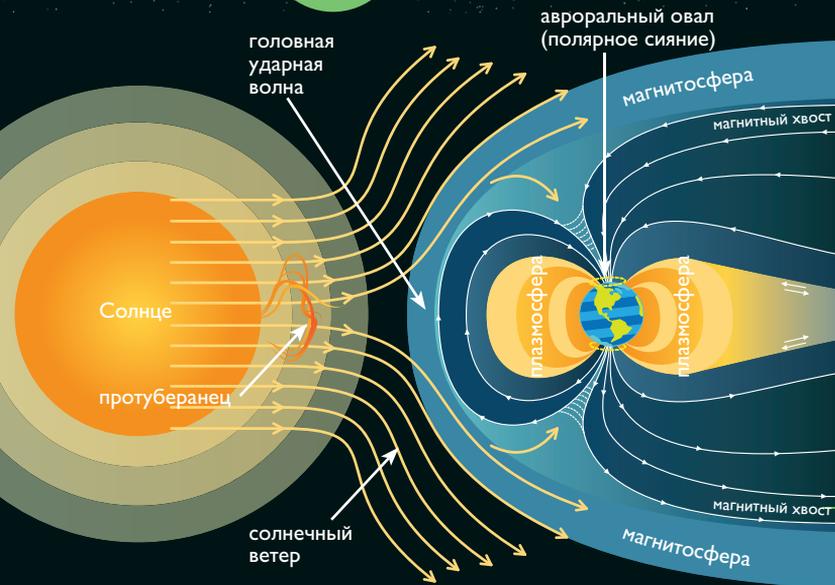
Солнечный свет достигает Земли за 8,3 минуты



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



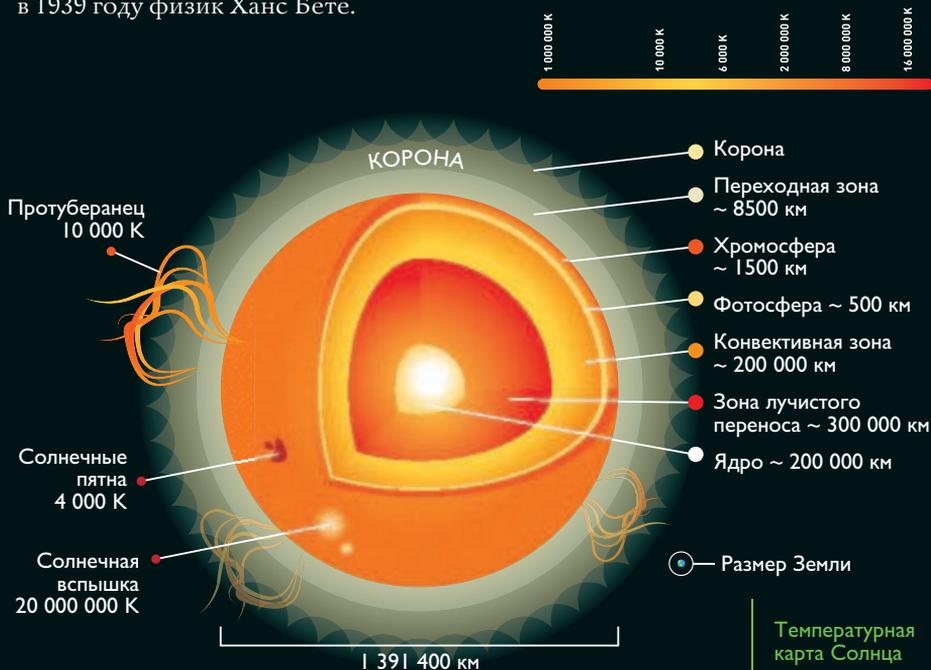
Возникновение геомагнитной бури

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 (^3He). Два (^3He) образуют стабильный (^4He), 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.



Температурная карта Солнца

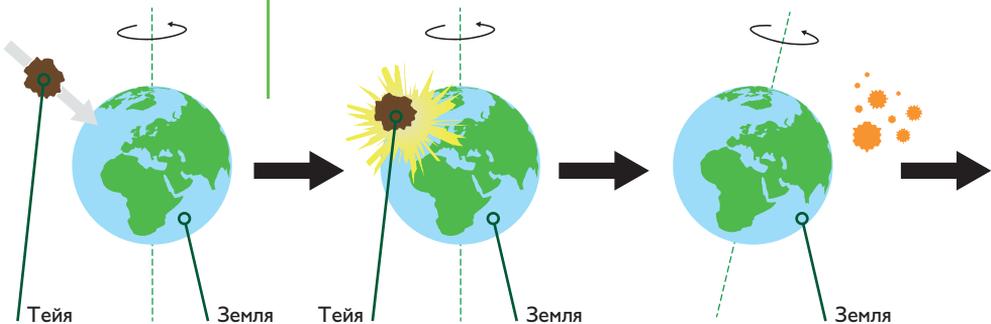
Земля в Солнечной системе



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



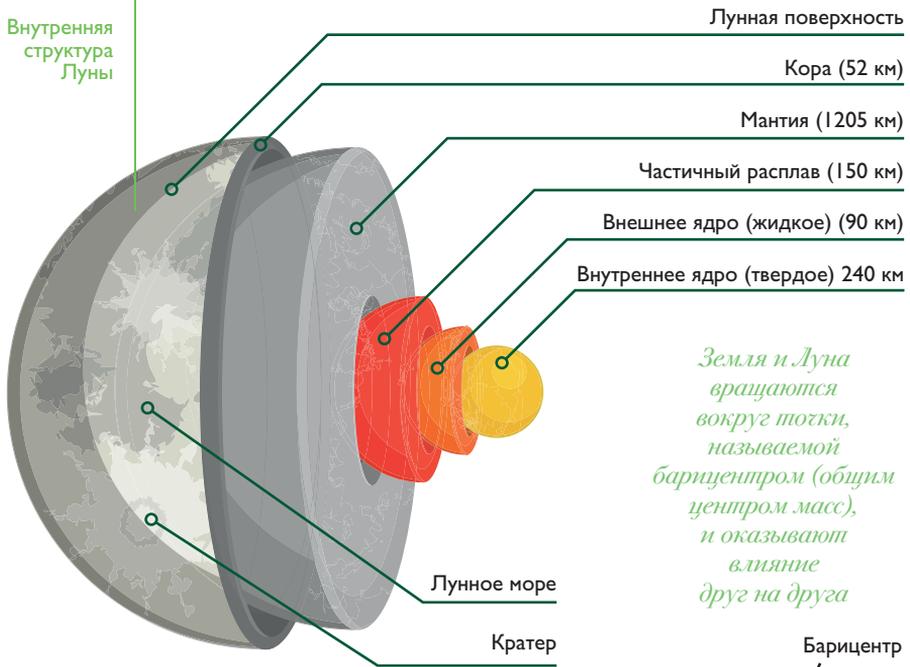
Как и когда образовалась Луна? В настоящее время существует две гипотезы. Согласно одной из них, Луна сформировалась из того же роя планетезималей — мельчайших космических частиц, — что и Земля. Согласно другой, она возникла в результате столкновения Земли в период ее роста с космическим телом (планетой) 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}O , ^{17}O и ^{18}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

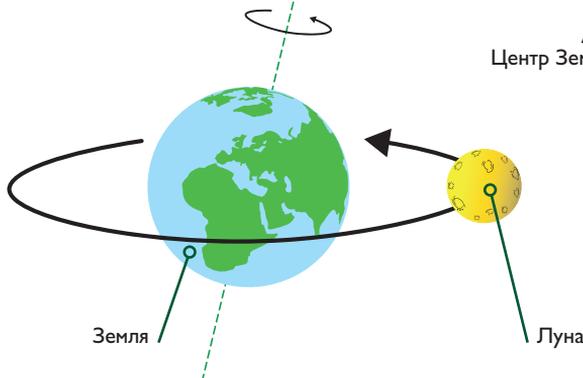
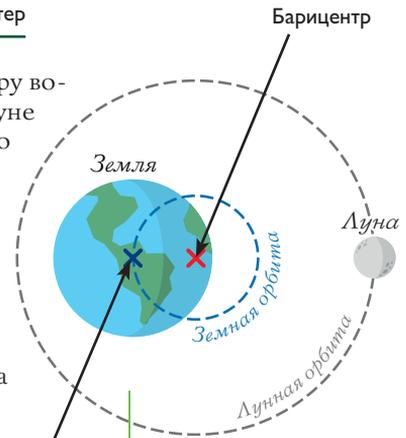


Внутренняя структура Луны



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°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 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.

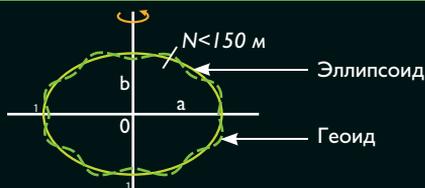
Кроме того, степень сплюснутости также изменяется со временем — масса Земли медленно перемещается из экваториальной области в более высокие широты. Точнее всего форма Земли



Феодосий Николаевич Красовский

Параметры эллипсоида Красовского

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

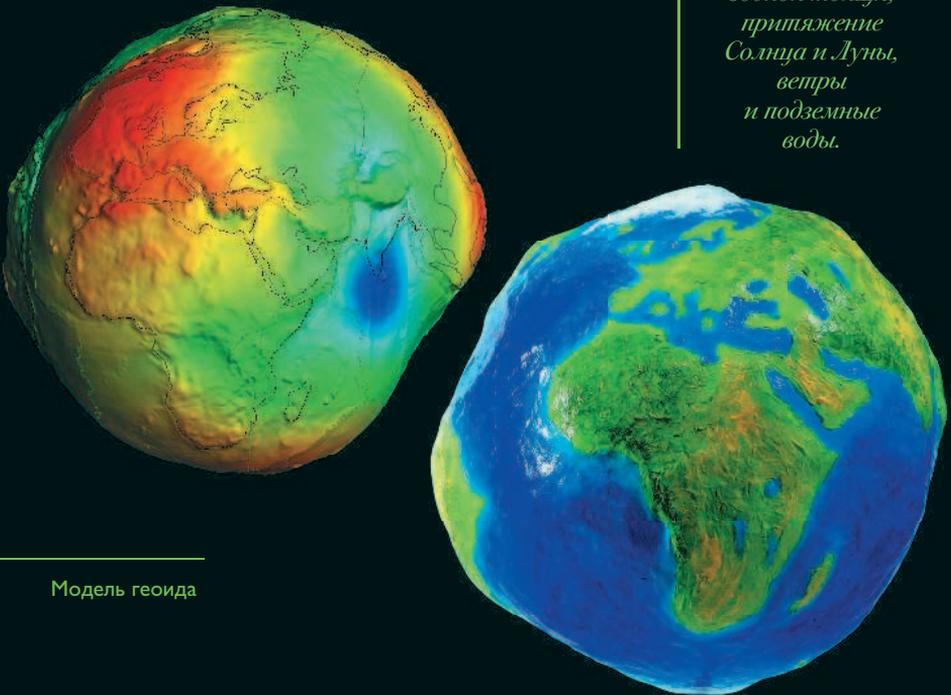




Лунные приливы

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

