

Что такое геомагнитное поле?



Автор: Науапон

Перевод: Рената Лукьянова





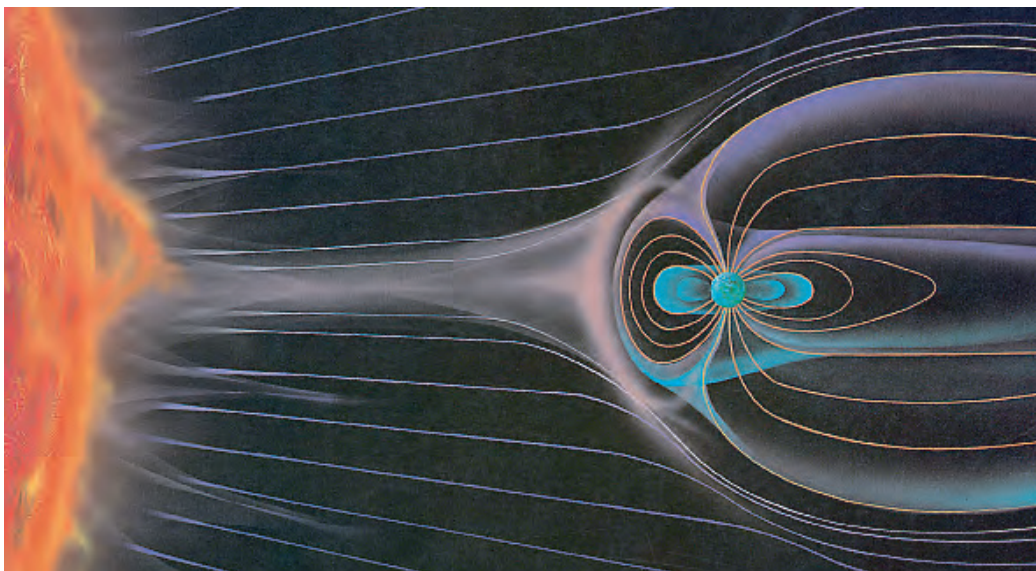
Послание Карла Фридриха Гаусса (1777-1855)

Я родился в Германии в семье бедного садовника. Когда я был ребенком, я часто находил ошибки в расчетах моего отца, когда он начислял зарплату работникам. Это мне нравилось больше, чем дворовые игры.

Когда в первом классе учитель спросил меня, какое получится число, если сложить первые сто целых чисел, я дал ответ через несколько секунд. Это ведь очень просто. Взять 100 пар чисел так, чтобы при сложении всегда получалось 101, вот так: $1+100$, $2+99$, ... Потом умножить 101 на 100. Будет 10100. Разделить на 2, будет 5050 – это и есть ответ.

$$\begin{array}{r}
 1 + \quad 2 + \quad 3 + \quad \dots + \quad 98 + \quad 99 + \quad 100 \\
 100 + \quad 99 + \quad 98 + \quad \dots + \quad 3 + \quad 2 + \quad 1 \\
 \hline
 101 + 101 + 101 + \dots + 101 + 101 + 101 \\
 \\
 = 101 \times 100 = 10100 \\
 10100 \div 2 = 5050
 \end{array}$$

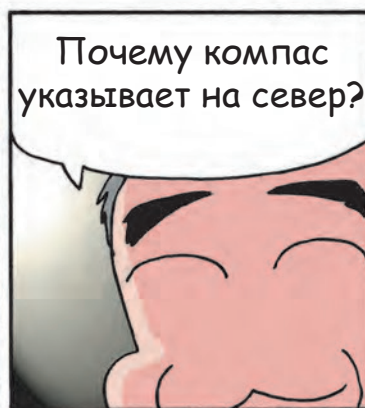
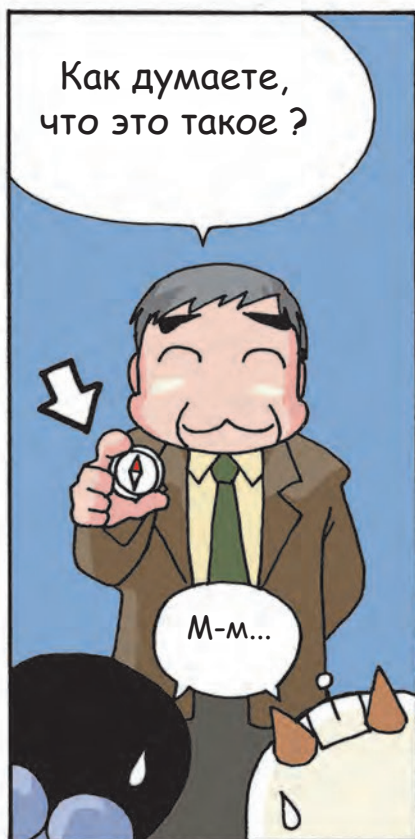
Вы, может быть, уже заметили, что некоторые теоремы в математике и физике, единицы измерения и формулы названы в честь меня. В возрасте 30 лет я стал профессором Геттингенского университета, где я занимался арифметической теорией, методом наименьших квадратов, теорией потенциала. Очень приятно видеть тебя, читатель этой книги, во многом связанной с моими работами по оценке интенсивности геомагнитного поля с применением сферического гармонического анализа. Данные измерений более ста геомагнитных обсерваторий, расположенных в разных точках земного шара, собраны благодаря поддержке Королевского астрономического общества. Кстати, я слышал, что с тех пор, когда я измерял геомагнитное поле, оно стало слабее. Это, вообще-то, тревожно.



На этой картинке Земля видится как маленький голубой шарик, находящийся в атмосфере Солнца. Земля – это огромный магнит, чья невидимая сила защищает нас от поражающей солнечной радиации. Благодаря магнитному полю и воздуху мы можем жить в безопасности и мире на нашей планете





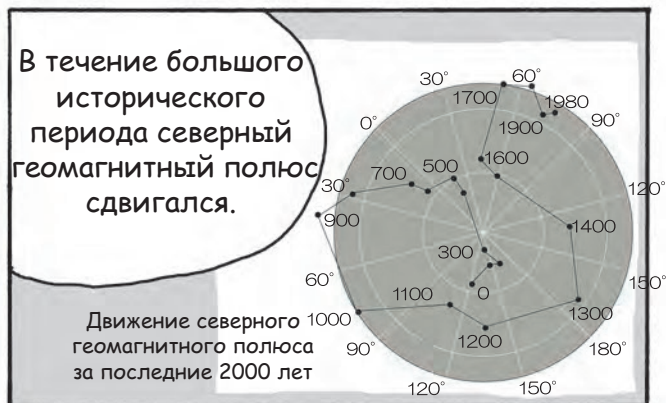




Сейчас северный геомагнитный полюс находится на северо-западной оконечности Гренландии, отклоняясь на 11.5 градуса от географического.



Окружающее его кольцо называется «авроральный овал», и именно здесь часто можно видеть полярные сияния.



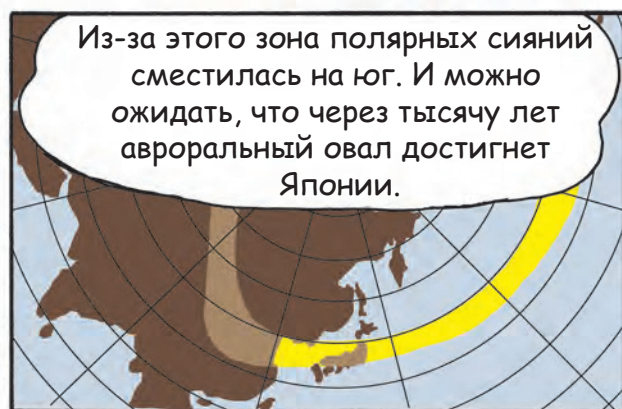
Не только положение магнитного полюса, но и величина магнитного поля меняется.



Спустя 200 лет с того времени, когда в XIX веке Гаусс впервые измерил геомагнитное поле, его интенсивность уменьшилась на 10%.



Из-за этого зона полярных сияний сместилась на юг. И можно ожидать, что через тысячу лет авроральный овал достигнет Японии.
















Что такое геомагнитное поле?



Привет, Мол и Мирубо, поговорим о магнитной силе.



Я знаю, что Земля - это гигантский магнит.



Ого, я бы не отказался купить такой большой магнит. Сколько он может стоить?



А серьезно, даже если Земля обладает магнитным полем, внутри Земли нет спрятанного магнита.



Что это значит? Кто-нибудь копал в глубину? Откуда же тогда появляется земной магнит?



Чем выше температура, где расположен магнит, тем меньше его сила. Внутри Земли температура составляет несколько тысяч градусов. Это слишком горячо, чтобы там мог выжить какой-нибудь магнит.



Интересно. Я проведу опыт с моим магнитом.



Хорошая идея. Один опыт стоит тысячи слов. Я дам вам подсказку. Внутри Земли находится расплавленный металл, в котором течет электрический ток.



Это же электромагнит!!



Правильно. У Земли внутри - электромагнит. Он создает магнитное поле так же, как это делает твердый магнит. Когда интенсивность и направление электрического тока изменяется, полярность магнитного поля тоже изменяется на противоположную.



Ой, после этого мой компас нельзя будет использовать.



Не волнуйся. Это будет в далеком будущем, лет через тысячу.



Да, это не скоро.



Для истории Земли, вообще-то, 1000 лет - это не так и много. Как бы то ни было, геомагнитное поле постоянно изменяется. В полярном сиянии текут сильные электрические токи. Явление, которое называется «магнитной бурей», вызывается именно гигантскими электрическими токами высоко над Землей по всему глобусу. А токи возбуждаются магнитными полями.



И сила тока очень большая? Такая большая, что может повредить мне?



Примерно 1-10 миллионов ампер.



Правда? У меня дома - только 30 ампер!



А ты знаешь, какие живые организмы могут ощущать геомагнитное поле?



Я не знаю. Может, Вы?



Нет, у меня нет таких способностей. А у голубей, дельфинов, перелетных птиц и некоторых других животных - есть. Было много экспериментов, которые показали это.



Мирубо, мне кажется, в твои мозги надо вставить магнитный датчик, а то ты совсем не чувствуешь направление.



Не прикалывайся, Мол!



Горячая линия по геомагнитному полю



Полярное сияние

Свет, который видно на темном полярном небе. Он вызывается **солнечным ветром**, то есть потоком заряженных частиц, называемых **плазма**. Солнечный ветер проникает в магнитосферу Земли со стороны Солнца, движется вдоль линий геомагнитного поля на ночную сторону Земли и при этом ускоряется. А потом плазма сталкивается с молекулами атмосферного газа на высотах 100-500 километров в полярных областях. При этих столкновениях атомы получают энергию и начинают светиться.

Карл Фридрих Гаусс (1777-1855)

Гаусс был немецким математиком и физиком. В 1839 году он доказал, что магнитное поле Земли образуется внутри нее, а не снаружи. Единица измерения «Гаусс» используется для измерения силы магнитного поля.

Компас

Устройство с магнитной стрелкой для определения направления. Если взять два магнита, то N полюс одного будет притягиваться к S полюсу другого, а два одноименных полюса будут отталкиваться. Стрелка N полюса компаса ориентирована на S магнитный полюс Земли, расположенный в северной полярной области, и таким образом показывает нам направление на север.

Космические лучи

В космическом пространстве носятся разные частицы, обладающие высокой энергией. Галактические космические лучи приходят из дальнего космоса, а солнечные энергичные частицы рождаются при солнечных вспышках. Большинство космических лучей поглощаются или, по крайней мере, ослабляются в земной атмосфере на высотах 100-500 км.

Меловой период

Это последний период эры мезозоя, который был 140-65 миллионов лет назад. Климат был теплым, и среди буйной растительности бродили динозавры. Но в конце мелового периода они вымерли. Точная причина этого неизвестна. Есть разные гипотезы: падение крупного метеорита, резкое изменение климата, геомагнитная инверсия. За мезозоем последовала эра кайнозоя, это эпоха млекопитающих.

Планктон

Это крошечные одноклеточные организмы, живущие в море. У них кальцинированные панцири, при создании которых используется углекислый газ, содержащийся в воздухе.

Геомагнитное поле

Земля имеет те же свойства, что и стержневой магнит. Есть N полюс в южной полярной области и S полюс в северной полярной области, и остальная часть Земли окружена магнитным полем.

Органический углерод

В состав живой материи входит смесь веществ, содержащих органический углерод. Когда растения и животные умирают, запасенный органический углерод выделяется в виде углекислого газа.

Озоновая дыра

Озоновый слой находится на высоте примерно 30 км. В 1980 году было обнаружено, что в стратосфере над Антарктикой количество озона значительно уменьшилось, и образовалась почти круглая дыра в озоновом слое. Самой большой дыра бывает в сентябре.

Плазма

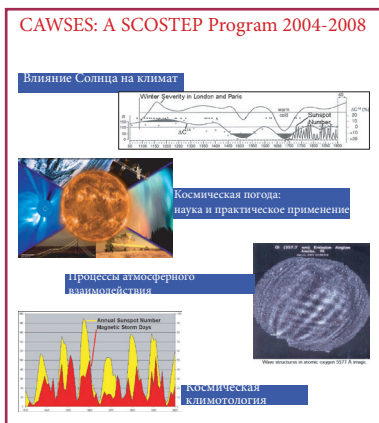
Все вещества состоят из атомов. Когда атом лишается электрона, он превращается в положительно заряженный ион. Газ, состоящий из положительно и отрицательно заряженных частиц называется плазмой. Плазма - это четвертое состояние вещества. Почти 99% вселенной состоит из плазмы, твердого вещества в разных формах, жидкости и газа.

Солнечный ветер

Это поток заряженных частиц, летящих от Солнца, **солнечная плазма**. Из-за напора солнечного ветра магнитное поле Земли вытягивается хвостом в противоположном от Солнца направлении. Так же формируются и хвосты комет.

Ультрафиолетовое излучение

Солнце излучает на различных длинах волн. Волны длиной 400 нанометров - это высокоэнергичное ультрафиолетовое излучение. Оно вредно для нашей жизни, повышает риск раковых опухолей и генных нарушений. Однако это излучение почти полностью поглощается в **озоновом слое** на высоте 30 км над Землей.



Климат и погода в системе Солнце-Земля (CAWSES)

CAWSES - международная программа, спонсируемая Научным комитетом по солнечно-земной физике (SCOSTEP). Целью программы является углубленное изучение космической окружающей среды и ее влияния на жизнь и общество. Среди основных задач CAWSES - содействие координации международных исследований, организации наблюдений, разработки моделей и теоретических подходов, расширение международного сотрудничества ученых, включая развивающиеся страны, создание образовательных программ для студентов всех уровней. Офис CAWSES расположен в Бостонском университете, США.
<http://www.bu.edu/cawses/>
<http://www.scostep.ucar.edu>



Лаборатория солнечно-земных связей (STEL), университет Нагоя, Япония

STEL входит в японскую межуниверситетскую систему и работает в тесном взаимодействии с университетами всего мира. В лаборатории изучаются структура и динамика системы Солнце-Земля. Лаборатория состоит из четырех подразделений: Атмосфера, Ионосфера/Магнитосфера, Гелиосфера и Междисциплинарные исследования. В Лабораторию также входит геокосмический исследовательский центр, который осуществляет координацию комплексных проектов. Экспериментальную базу составляют семь обсерваторий, которые специализируются на измерении широкого спектра физических и химических параметров.
<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp>

はやのん Hayanon

Хэянон - японская писательница и мультипликатор. Закончила физический факультет университета Рюкю. Создала несколько серий научно-популярных комиксов, в которых она сумела соединить физически корректное изложение тем с приемами компьютерных игр. Благодаря особому авторскому стилю, образованию и любви к науке ее работы имели большой успех.
<http://www.hayanon.jp>

子供の科学 Kodomo no Kagaku

(Наука для детей)

Kodomo no Kagaku - японский ежемесячный журнал для детей, выпускаемый агентством Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd. С момента своего создания в 1924 г. журнал последовательно развивает научное образование, рассказывая о различных аспектах науки, начиная с их роли в повседневной жизни и кончая последними научными достижениями.
<http://www.seibundo.net/>

"Что такое геомагнитное поле?" опубликовано в кооперации с Kodomo no Kagaku при содействии проф. Т. Огути и Н. Ниитшима. Мол, Мирубо и Сэнсей выражают благодарность Лорейн Кроэль, Лиз Кин, Терри Онсаджер и Барбаре Топп за помощь в подготовке английской версии их истории.

Оригинал создан Лабораторией солнечно-земных связей университета Нагоя и Научным комитетом по солнечно-земной физике в рамках программы CAWSES. Перевод на русский язык: Р.Ю. Лукьянова, ИКИ РАН, 2021 г.