

СВОЕНРАВНЫЙ МАГНИТНЫЙ ЩИТ

Магнитное поле, окружающее нашу планету, вроде капризного дитя – никак не может уговориться... А соответственно, и Северному магнитному полюсу не сидится на месте! И хотя для землян опасности в том нет, ученых давно уже так и тянет найти ответ на вопрос – а в чем причина данного явления? Появившаяся недавно гипотеза приоткрывает эту тайну.

□ Фабрис Нико

Северный магнитный полюс* отправился в путешествие! Покинув сотню лет назад Канаду, он оказался теперь посреди Северного Ледовитого океана, преодолевая почти по 55 км в год по направлению к Сибири. Причем за последние два десятилетия скорость его смещения возросла в четыре раза. Что происходит?! Сбил с курса, заблудился? Без паники! Да, полюс постоянно перемещается, но началось это не вчера! Его двигают общие колебания магнитного поля планеты. Именно это обстоятельство и интересует в первую очередь ученых.

В последние годы магнитное поле подверглось нескольким «геомагнитным рывкам», в ходе которых его сила то резко возросла, то ослабевала в целых регионах земного шара. Подобные рывки не только воздействуют на интенсивность поля, но и меняют расположение Северного магнитного полюса. Понять механизм такого масштабного процесса – задача не из простых, ведь для этого нужно проанализировать то, что происходит у нас под ногами, на глубине 3000 км, куда не доберется ни один из научных инструментов...

**СЕВЕРНЫЙ
МАГНИТНЫЙ
ПОЛЮС
ПЕРЕМЕЩАЕТСЯ
НА 55 КМ В ГОД!**

ВСЁ НАЧИНАЕТСЯ В ЦЕНТРЕ ЗЕМЛИ

Магнитное поле, охватывающее нашу планету невидимой сетью силовых линий, уходящих далеко в космическое пространство (см. схему на с. 06), зарождается в недрах Земли. А если точнее, то в жидком внешнем ядре, зажато между твердым (внутренним) ядром и **мантией**. Оно состоит в основном из железа и никеля, с небольшими добавками кремния, магния и кислорода... Все химические вещества находятся

здесь в расплавленном состоянии и являются отличными электропроводниками, что совсем не удивительно, так как вся подземная субстанция наполнена также электронами, электрически заряженными частицами. Эта вязкая раскаленная масса пребывает в постоянном движении, а как ты, возможно, знаешь, дви-

жущиеся заряженные частицы – это по своей сути не что иное, как электрический ток. А где ток, там обязательно присутствует и магнитное поле. Похоже на лодку: плывет, а за ней расходятся волны. И можно сказать, что магнитное поле – это волны, создаваемые движущимися электронами. Так, если поднести компас к любому работающему электроприбору (телевизору, миксеру...),

* Терминал

не путать с **географическим Северным полюсом**! Земля обладает магнитным полем, и **Север-**

ный магнитный полюс – то место планеты, на которое указывает стрелка компасов.

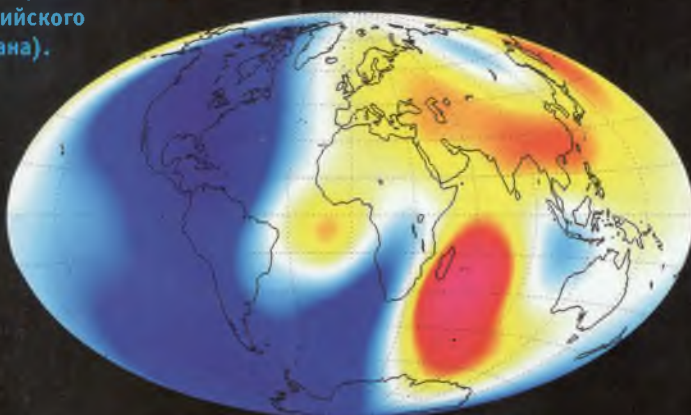
Мантия – слой земного шара, расположенный между твердой корой и внешним жидким ядром. Мантия

состоит из горных пород и имеет толщину около 3000 км.

*Терминал

GPS – Global Positioning System (система глобального позиционирования) – система спутниковой навигации, разработанная Министерством обороны США. Полноценно начала работать в 1983 году.

▼ **Магнитное поле** распределяется неравномерно по поверхности земного шара. На территориях, окрашенных в синий цвет, оно более слабое, а на красных – более сильное. Иногда наблюдаются всплески интенсивности (изображенный на карте всплеск произошел в районе Индийского океана).



КЛЮЧ К РАЗГАДКЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Магнитное поле Земли возникает в результате движения материи во внешнем ядре. Потoki жидкого железа образуют круговороты (синие стрелки) вследствие температурной разницы между центральной частью ядра (более горячей) и периферийной (менее горячей). Каждый из таких потоков создает магнитное поле, являющееся частью единого магнитного поля планеты. Время от времени от твердого ядра происходит выброс материи (белые сектора), которая, проходя сквозь жидкое ядро, пересекает силовые линии магнитного поля: такова причина геомагнитных рывков.



он на время «забудет» про магнитное поле Земли, и его стрелка ориентируется по линиям поля твоей домашней техники. В отличие от твердых магнитов, типа тех, что ты прикрепляешь к дверце холодильника, телевизоры и прочие устройства действуют как электромагниты: стоит отключить их от сети, как они мигом потеряют свои магнитные свойства.

Магнитное поле Земли образуется движением материи во внешнем ядре. Условия в нем таковы, что ни о какой стабильности и речи нет, это тебе не катушка электромагнита с медной проволокой! Не являясь узниками электрического проводника, электроны носятся куда захотят. И всё же магнитное поле Земли сохраняет более или менее постоянную форму на протяжении нескольких сотен или тысяч лет. Иными словами, перемещения жидкого ядра нельзя назвать произвольными, а значит, в них можно отыскать некий порядок.

ПЕРЕКАТЫВАЮЩИЕСЯ ВОЛНЫ ЖИДКОГО ЖЕЛЕЗА

Имея на руках значения магнитного поля планеты (см. карту ниже), можно узнать, какие силы его порождают. Придется, правда, повозиться, ведь необходимо учесть слишком много параметров: и вязкость ядра, и его химический состав, и разницу температуры между верхним и нижним, глубоким, слоем ядра, и тот факт, что внешнее ядро располагается как начинка сэндвича между твердым вращающимся ядром планеты и мантией, также крутящейся. Согласно полученным результатам, жидкое железо накатывает волнами, направленными в сторону севера и юга (см. схему выше). С одной стороны, раскаленное железо поднимается к мантии, а с другой, охладившись, погружается вниз, к твердому ядру. Подобные движения называются конвекционными. Каждое такое движение волн представляет собой своеобразную катушку, типа тех, что используются в школьных лабораториях по физике для получения магнитного поля. Следовательно, магнитное поле Земли формируется путем сложения магнитных полей всех подземных «катушек». И поскольку материя в потоках раскаленного железа движется крайне медленно – около 5 миллиметров в секунду, т. е. около 150 км в год, – становится понятна относительная стабильность общего магнитного поля планеты. Но как тогда объяснить странные возмущения, возникающие то тут, то там на планете, – те самые «геомагнитные рывки»? Жюльен Обер, геофизик из парижского Института физики Земли, в сотрудничестве со своим коллегой из Дании Кристофером Финлэем, наконец, дали объяснение феномену, спустя 40 лет после его открытия.

ВОЛНЫ, ПРИШЕДШИЕ ИЗ ГЛУБИН

Чтобы лучше разобраться в механизме происходящих процессов, давай с тобой погрузимся в недра Земли, поближе к твердому ядру, о котором сейчас самое время поговорить. По мере старения планеты твердое ядро постепенно остывало, в результате чего ближайший к нему тонкий жидкий слой кристаллизовался и затвердевал. Так слой за слоем внутреннее ядро увеличивалось в размерах, и когда-нибудь неизбежно наступит момент, когда жидкое ядро окончательно исчезнет (что, разумеется, приведет к исчезновению магнитного поля планеты). Кристаллизация сопровождается двумя процессами. Во-первых, выделяется тепло, которое возникает при любом переходе из жидкого состояния в твердое. Во-вторых, легкие химические элементы (сера, кремний, кислород), как правило, остаются в более теплой жидкой части, расположенной чуть выше твердого ядра. По этой причине время от времени и происходят выбросы материи, поднимающиеся вверх от твердого ядра (см. схему на предыдущей странице). Во время своего движения вверх эти выбросы пересекают линии магнитного поля, заставляя их вибрировать, подобно струнам, по которым проводят смычком. Такая вибрация называется гидромагнитными волнами. Благодаря сложным подсчетам (на них сотрудники Института физики Земли потратили в общей сложности около 4 миллионов часов рабочего времени!) и компьютерному моделированию ученые даже сумели воочию увидеть эти волны на своих мониторах. Волны движутся вдоль силовых линий магнитного поля, устремляясь к верхним слоям жидкого ядра, а добравшись до мантии, оказываются в своеобразной воронке. Здесь различные волны сходятся в одной и той же точке, подобно световым лучам, сфокусированным линзой. И тогда... бабах! Разом высвобождается вся магнитная энергия, собранная в этих волнах, что приводит к резкому увеличению интенсивности магнитного поля, т.е. к геомагнитным рывкам! И хотя они бывают столь мощными, что влияют на положение северного магнитного полюса, обычным людям нечего беспокоиться по этому поводу. Тем не менее ученые надеются научиться предугадывать геомагнитные рывки с помощью компьютерного моделирования.

**МАГНИТНАЯ
ЭНЕРГИЯ
ВЫСВОБОЖДАЕТСЯ
В ОДНО
МГНОВЕНИЕ!**

СТРАДАЮТ... СПУТНИКИ!

Многим разработанным человеком компьютерным приложениям требуется точная карта магнитного поля Земли, и, конечно, самым широко распространенным из них является **GPS***, спутниковая система навигации, немислимая без точной фиксации местоположения Северного магнитного полюса. С точки зрения бытового применения, скажем, для расчета оптимального маршрута поездки, небольшие погрешности не имеют осо-

бого значения. А вот военным необходима абсолютная точность!

Кроме того, магнитное поле – наш главный щит от солнечного ветра, электрически заряженных частиц, испускаемых в огромных количествах нашим светилом. Заключенная в них энергия уничто-

жила бы всё живое на Земле, не будь у планеты магнитного поля, которое изменяет траекторию этих частиц, разбрасывая их по сторонам. Искусственные спутники, находящиеся в зоне космического пространства со слабым магнитным полем, гораздо более уязвимы для солнечного ветра и рискуют быстро выйти из строя. Вот почему ученые намерены продолжить свои исследования, чтобы как следует изучить геомагнитные рывки. Ну и, помимо прочего, исследователям наверняка нравится их дело, ведь так интересно описывать движение в жидком ядре планеты, которое никто не видел и не увидит никогда! ■

▲ Три спутника миссии Swarm, запущенные Европейским космическим агентством в 2013 году, фиксируют малейшие изменения магнитного поля Земли.

