

**ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ВЕКОВЫХ ВАРИАЦИЙ
ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КЛИМАТ И ЭВОЛЮЦИЮ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ**
**COSMIC RAYS AND SECULAR VARIATIONS OF THE GEOMAGNETIC FIELD
EFFECT ON THE EARTH CLIMATE AND LIFE EVOLUTION.**

В.В. Кузнецов, Н.Д. Кузнецова

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

Global ecocatastrophe appearing as climate shift and genetic damages of biota is discussed to arise in the foreseeable future. This ecocatastrophe arises from the transition of polarity (reversal or excursion) which the geomagnetic field (GMF) can reveal and there is a likelihood that the field might now be in the early stages of reversal. Losing the geomagnetic shielding from hard energetic cosmic rays implies increases of the radiation level, climate shifts and their evolutionary effects are marked by genetic mutations revealed to coincide with reversals and excursions. The fact evident from the theory of the hot Earth that the Earth was expanding during excursions of Brunhes chron and it was compressing in between implies volcanism impact. The likelihood that the field might now be in the early stages of reversal meets with support from both the fact of the modern GMF module secular decreasing and the modern acceleration of drift of the North magnetic pole which since 1860 is coursing just like during past reversals and excursions of GMF. Paleomagnetic, paleoclimatic, paleontological and archaeological data are considered from the idea suggested above. A model coordinating secular variations of GMF, changes in intensity of cosmic rays, volcanism, climate and life evolution and is proposed. Its consequences are applied to nowadays.

Введение

Роль космического излучения в формировании климата обсуждается: авторы многих работ показывают, что увеличение интенсивности потока галактических космических лучей (ГКЛ), периодически наблюдаемое в наше время, приводит к увеличению облачности, образующейся на высоте 3 – 5 км, что, в свою очередь, вызывает некоторое похолодание поверхности Земли. Это явление хорошо изучено, разработана правдоподобная модель похолодания, как результат воздействия ГКЛ на нижнюю атмосферу. Известны попытки использования этой модели и при интерпретации данных палеоклимата. Суть их базируется на сопоставлении временных вариаций температуры поверхности Земли и интенсивности ГКЛ, связанной с изменениями ГМП.

Изменения ГМП и обусловленная этими изменениями вариация интенсивности ГКЛ оказывают влияние не только на климат, но и на жизнь на Земле. Жизнь на Земле могла бы быть совершенно иной, если бы отсутствовало геомагнитное поле, т.е. отсутствовало его влияние, экранирующее Землю от радиации космоса. В моменты инверсий и экскурсов, когда напряженность геомагнитного поля близка к нулю, отклоняющее влияние его на космические лучи в течение периода этих вариаций, - существенно меньше. Приводятся данные, что увеличение потока космических лучей приводит к росту уровня мутаций.

Палеоклимат

В течение последних 400 тыс. лет на Земле произошли четыре глобальных похолодания с периодичностью, примерно, в 100 тыс. лет. Последнее похолодание (ледниковый период) сменилось резким потеплением около 12 тыс. лет тому назад, что привело к быстрому таянию льда и увеличению уровня океана на 50 - 100 м. Это событие, возможно, было отражено в истории как «Библейский Великий Потоп», Оно совпадает по времени с экскурсом Гетеборг. Резкое и сильное потепление, случившееся, примерно 115 – 130 тыс. лет тому назад, так же совпадает по времени с экскурсом Блейк. Двум другим резким потеплениям, произошедшим в течение последних 400 тыс. лет, так же предшествовали экскурсы Ямайка и Бива II (рис. 1, верхняя панель). Общность этих событий такова, что после резкого потепления всегда наступало похолодание. Кроме

обсуждаемых нами четырех интенсивных потеплений, можно отметить и другие, не такие резкие и сильные. Но и они, как правило, совпадают по времени с экскурсами геомагнитного поля Лашамп, Моно Лайк, и др.

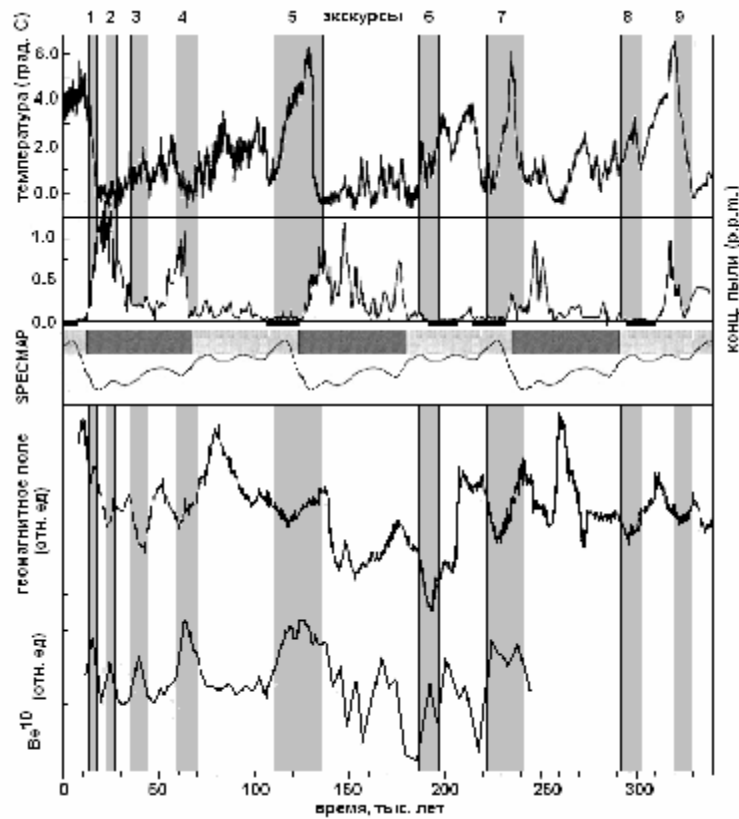


Рис.1. Изменение температуры поверхности Земли (верхняя панель) и относительной концентрации пыли во льду (вторая панель). Третья панель - SPECMAP- океаническая изотопная кислородная кривая. Четвертая панель - интенсивность геомагнитного поля. Пятая панель – концентрация изотопа Be^{10} в осадках. Вертикальные полосы – понижение геомагнитного поля в периоды экскурсов (слева направо): Gothenburg (1); Mono Lake (2); Laschamp (3); Kargopolovo (Event Gaotai, 4); Blake (5); Biwa – I (6); Jamaica (7); Biwa – II (9). Понижение поля 300 тыс. лет (8) с экскурсом не идентифицировано.

При анализе кернов льда, полученных при бурении ледника Антарктиды в районе станции Восток, было обнаружено, что резкое уменьшение концентрации пылевых частиц во льду совпадало по времени и с потеплениями, и с экскурсами. На рис. 1 (вторая панель) черными полосками под кривой временного изменения содержания пыли в слоях льда выделены периоды времени, предшествующие началу появления пыли, что, по-видимому, связано с началом активного вулканизма, и тогда пыль, вмороженная в лед, это осевший стратосферный аэрозоль (СА), образующихся в результате взрывных извержений вулканов. Продолжительность выделенных интервалов времени составляет около 10 тыс. лет. Как видно из рисунка 1 (вторая панель), в течение последних, примерно 10 тыс. лет, в стратосфере Земли пыли практически нет, тогда как, в течение предшествующих 60 тыс. лет, концентрация пыли во льду достигала одного и более р.р.м. (10^{-6}).

На третьей панели рис. 1, для сравнения, приведена океаническая изотопная кислородная кривая SPECMAP. Эта кривая неплохо описывает ход температуры в течение 135 тыс. лет, но совершенно не соответствует третьему и т.д. 100 тыс. летнему циклу. Кривая SPECMAP, по смыслу, должна была продемонстрировать справедливость астрономической гипотезы климата Миланковича, хотя, как следует из рис. 1, очевидно её несоответствие данным по температуре поверхности Земли. Теория Миланковича разработана для чистой атмосферы. По-видимому, она оказывается недействующей в периоды, когда в стратосфере присутствовала пыль.

Рис. 1 показывает одновременность потеплений и резких уменьшений концентрации пыли во льду с экскурсами геомагнитного поля (темные полосы на рис. 1), сопровождающихся уменьшением магнитного момента и возрастаниями концентрации изотопа Be-10, как маркера интенсивности галактических космических лучей, достигнувших атмосферы Земли в периоды экскурсов.

Вулканизм как причина похолодания

Роль стратосферных аэрозолей вулканического происхождения (вулканической пыли) в изменении климата, в частности – похолодании известна и хорошо изучена. Это явление получило название «вулканическая зима». В ряде работ оценена концентрация пыли в стратосфере после сильных эксплозивных извержений современных вулканов, измерена величина понижения температуры поверхности Земли. Одно из самых сильных вулканических извержений, произошедших на Земле, это извержение вулкана Тоба (VEI = 8), которое произошло 74 тыс. лет тому назад (VEI - Volcanic Explosivity Index, индекс взрывного вулканизма, его максимальное значение равно 8). При этом в стратосферу было выброшено, по разным оценкам, от 500 до 5000 млн. тонн аэрозолей (см. рис. 2). Судя по рис 1, концентрация пыли, вмороженной в лед, достигала в этот период времени 1 р.р.м. После этого извержения наличие пыли в стратосфере отмечалось практически непрерывно в течение 60 тыс. лет, возрастая после очередного сильного извержения и уменьшаясь в промежутках между ними (см. рис. 1).

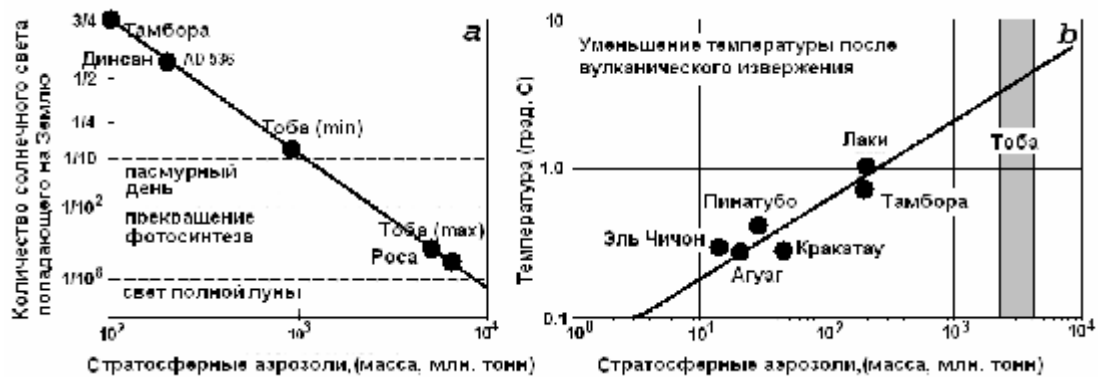


Рис.2. Связь между интенсивностью вулканизма, объемом вулканической пыли в стратосфере и понижением температуры.

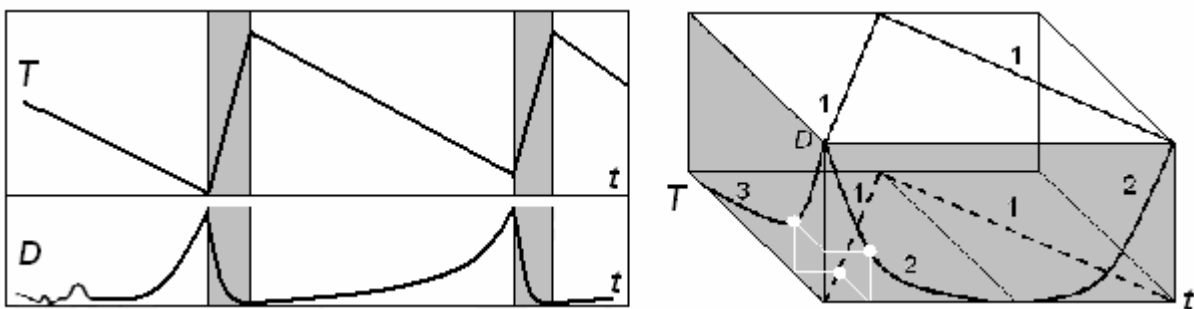


Рис.3. Вариации палео температуры Земли T и палео концентрации пыли в стратосфере D . Модель, связывающая $T(t)$, $D(t)$ и $T(D)$.

Рассмотрим модель, в которой температура Земли T однозначно связывается с концентрацией пыли D . Для этого на рис. 3 (слева) изобразим эти графики, используя данные рис. 1. Предположим, что T подчиняется самой простой и очевидной связи: $T \sim 1/D$. График этой зависимости (3 на рис. 3) отображен на боковой поверхности прямоугольной фигуры – плоскости TOD . На плоскости $T0t$ (1 на рис. 3) показано пилообразное изменение T от t , а на плоскости $D0t$ – показана зависимость концентрации пыли от времени – $D0t$. Белые точки показывают соответствие величин T и D при

заданном времени t . Обратим внимание на то, что величина D после уменьшения, вызвавшего рост T , уже стала возрастать, в то время как T ещё продолжает увеличиваться.

Существует ли связь между вулканизмом и экскурсами ГМП?

Известно, что интенсивность вулканизма на Земле неравномерна во времени. На рис. 4 (верхняя панель) показаны периоды усиления вулканической деятельности Земли за последние 500 тыс. лет (серые полосы), ниже, черные полосы соответствуют экскурсам ГМП. На нижней панели – интенсивность вулканизма для трех регионов и шкала экскурсов.

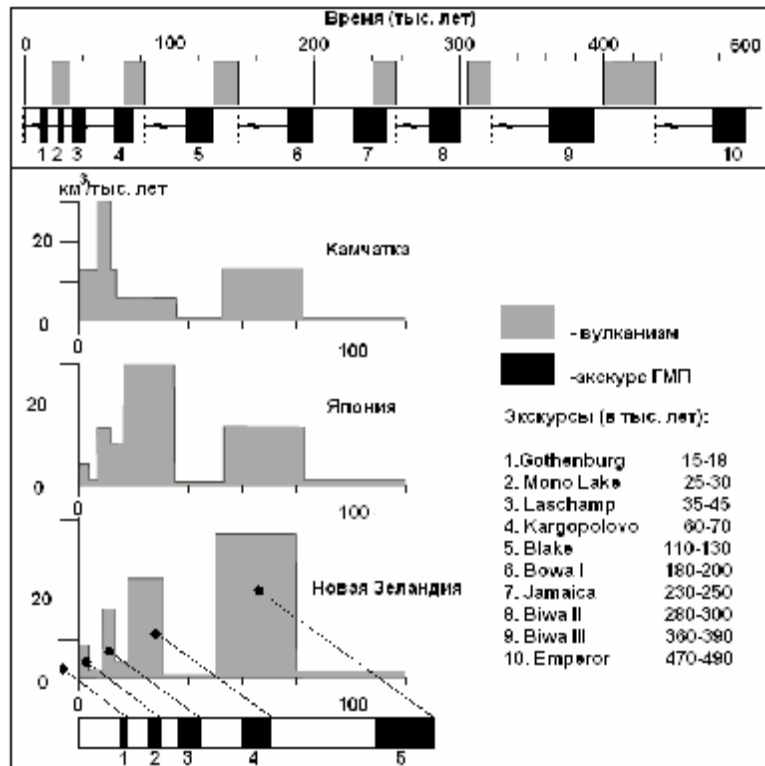


Рис.4. Связь между интенсивностью вулканизма и экскурсами ГМП.

Рис. 4 показывает, что повышенная интенсивность вулканизма следует за экскурсом с задержкой во времени, равной, примерно, 30 тыс. лет. Оценим характерное время вязкоупругой релаксации вещества мантии на воздействие геодинимического импульса вызванного кратковременным циклом расширения Земли: $t = \mu/G$, где μ – «вязкость» среды, а G – модуль упругости. По различным оценкам, μ варьирует в диапазоне $10^{21} - 10^{22}$ Па с, модуль упругости изменяется в интервале: $G \approx 10^9 - 10^{10}$ Па. Отсюда характерное время: $t \approx 10^{12}$ с = 30 000 лет, что неплохо совпадает с характерной задержкой начала усиления вулканизма после экскурса, или, как следует из модели горячей Земли, - импульса её расширения и последующего сжатия.

Связь этапов эволюции человека с экскурсами и инверсиями ГМП

По данным ряда авторов интенсивные протонные события приводят к значительному, до нескольких порядков, повышению уровню радиации, в результате чего радикальным образом меняются свойства живых объектов за счет инициирования в них процессов реорганизации генетического материала, что может иметь отношение к механизмам эволюции. Приведенная ниже таблица показывает хорошее совпадение по времени между событиями в эволюции человека и периодами смены полярности ГМП, когда на Земле резко возрастал радиационный фон.

ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА		ПАЛЕОМАГНИТНАЯ ШКАЛА	
Дата, млн. л.	Событие	Дата, млн. лет	Инверсии и экскурсы
0.030	Исчезновение Неандертальцев	0.025-0.030	Моно Лэйк (экс.)
0.050	Мутация гена FOXP2	0.035-0.045	Лашамп (экс.)
0.06	Разделение предковой популяции человека на три группы, давшие начало трем расам: африканской, монголоидной и европиоидной	0.06-0.07	Каргаполово (экс.)
0.1	Возникновение современного человека по данным У-хромосомы	0.11-0.13	Блэйк (экс.)
0.23	Возникновение современного человека по данным мтДНК	0.23 - 0.25	Ямайка (экс.)
0.5	Разделение линий Неандертальца ведущей к современному человеку	0.47 - 0.55	Имперор (экс.) Биг Лост(экс.)
0.78	Возникновение гена бета-глобина	0.8	Матуйама-Брюнес инверсия
2.1-2.2	Появление первого представителя линии Номо, <i>Homo erectus</i>	2.11- 2.27	Рейнион (экс.)
2.4 -2.8	Мутации, обеспечившие появление вида Номо	2.5	Гаусс-Матуйама инверсия
3.5	Разделение линии гоминид на грацильную и массивную	3.5	Гильберт-Гаусс инверсия
~ 5	Разделение линий шимпанзе и ведущей к человеку	5.3	Эпоха 5-Гильберт инверсия
7.2	Разделение линий гориллы и ведущей к человеку	7.3	инверсия

Началась ли инверсия (экскурс) геомагнитного поля?



Рис.5. Слева – склонение и наклонение, измеренное в обсерваториях Лондона и Бостона. Справа – траектории дрейфа магнитных полюсов (МП) в периоды инверсий. 1 – 4 глобальные магнитные аномалии. Стрелки – прогноз современного дрейфа МП.

На рис. 5 (слева) показано изменение наклонения и склонения магнитного полюса, измеренное в Лондоне, где измерения были начаты в 1540, и Бостоне. Этот рисунок показывает, как дрейфовал северный магнитный полюс (СМП) и дважды изменял направление дрейфа: в 1580 и 1860 г. В эти годы скорость дрейфа была, естественно, нулевой. Максимальной скорости дрейфа СМП достигал в 1700 и 2000 г. После 2000 г., казалось бы, скорость дрейфа должна была бы начать уменьшаться, если следовать логике рисунка, таким образом, чтобы замкнуть цикл в 2140 году. Однако скорость дрейфа СМП не стала уменьшаться, а, наоборот, ещё больше выросла. Этот факт может означать, что цикл не замкнется, а СМП устремится в направлении, указанном стрелкой на правом рисунке. Это может означать, что на Земле началась инверсия ГМП, или, возможно, экскурс. Темные полосы на правом рисунке показывают направления дрейфа магнитных полюсов в моменты инверсий. Т.о. в настоящее время нет четкого представления о характере дрейфа СМП в ближайшем будущем, и не исключено, что начнется (или уже

началась в 1860 г) инверсия-экскурс со всеми вытекающими последствиями: возрастанием радиационного фона, похолоданием и пр.

Модель

Связь вековых вариаций ГМП, изменений интенсивности потока космических лучей, вулканизм с климатом и эволюцией жизни является следствием модели «горячей» Земли. Суть модели горячей Земли базируется на одном, единственном постулате: Земля, планеты и их спутники образовались в едином процессе рождения звезды – Солнца. При этом температура звезды, планеты или спутника определяется величиной его массы. Все остальные особенности той или иной планеты являются следствием её начальной температуры. Планета изначально «горячая» и охлаждается в ходе собственной эволюции.

Начнется ли похолодание?

И, наконец, что же происходит в настоящее время на Земле: нагревается она или остывает? По данным американских спутников “Tropical Rainfall Measuring Mission” и “Earth Observing System Terra” предназначенных для изучения баланса поглощаемой и излучаемой Землей энергии, показано, что за период 1985-2000 гг. тепловое излучение Земли возросло более чем на 5 Вт/м^2 , в то время как количество отраженной энергии солнечной радиации упало на 2 Вт/м^2 . (Поток солнечной энергии, падающий на Землю составляет 1360 Вт/м^2). Эти данные показывают, что Земля скорее охлаждается, чем нагревается. Авторы полагают, что причина дисбаланса потоков тепла состоит в усилении циркуляции в тропической атмосфере, и приходят к выводу о том, что с полной уверенностью обозначить механизм климатических перемен ещё невозможно.

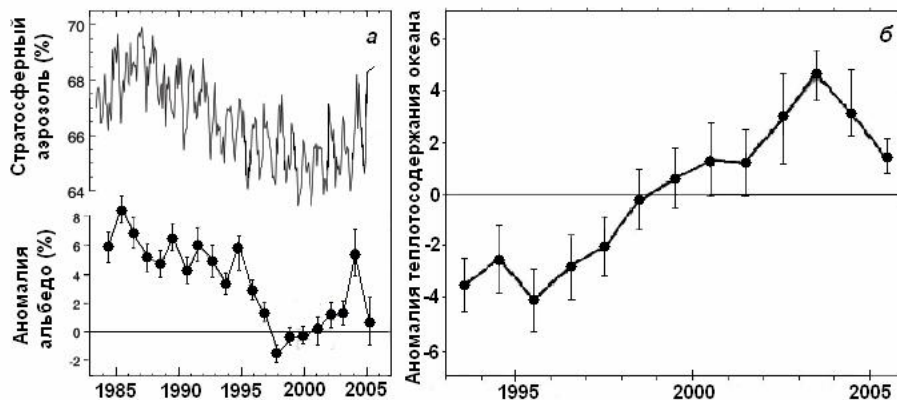


Рис.6. Вариации концентрации стратосферного аэрозоля, альbedo Земли (а) [Eos, V.87, N 4, 2006] и аномалии теплосодержания океана (б).

Этот результат был подкреплен исследованиями, проведенными в течение последних пяти лет (рис. 6). Выяснилось, что Земля все интенсивнее отражает солнечные лучи. Каким образом происходит непрерывное потепление, если количество солнечного излучения, достигающего поверхности Земли, сокращается? Обратимся к рисунку 3, где видно, что концентрация пыли D уже достигла минимума и стала увеличиваться (альbedo возрастает), а температура T продолжала расти. Не происходит ли подобная ситуация в настоящее время? Если это так, то **Землю ожидает начало резкого похолодания.**

Работа выполнялась при поддержке гранта Президиума РАН № 16. Часть 3. Проект 19.2 и гранта ДВО РАН по разделу P1.