

## СУЩЕСТВУЕТ ЛИ СВЯЗЬ МЕЖДУ ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА И ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ?

<sup>1</sup>Бахмутов В.Г., <sup>2</sup>Мартазинова В.Ф., <sup>1</sup>Мельник Г.В.

<sup>1</sup> *Институт геофизики им. С.И.Субботина НАН Украины*

<sup>2</sup> *Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт НАН Украины и Министерства Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы*

Вопрос о связи геомагнитного поля и климата не раз дискутировался в научных публикациях. При этом такая связь рассматривалась как в масштабах тысяч лет с привлечением палеоданных, так и за период прямых инструментальных наблюдений. Вопрос достаточно спорный, поскольку есть много данных, свидетельствующих как в пользу доказательств такой связи, так и ее опровержения, что вызывает бурные дискуссии, например, [1-3]. Основной проблемой является как установление достоверных корреляционных связей, так и вопрос о механизме такого влияния.

В общей схеме солнечно-земных связей механизмы передачи энергии и процессы в цепочке Солнце – магнитосфера – ионосфера изучены достаточно хорошо. Но при кажущейся очевидности влияния Солнца на атмосферу Земли, исследователи сталкиваются с принципиальными трудностями: 1) общий поток солнечной энергии, приходящий к Земле, считается довольно постоянным; солнечная постоянная отличается для максимума и минимума солнечной активности всего на 0,15 %; 2) энергия корпускулярной части общего потока солнечной энергии ничтожно мала; 3) корпускулярная часть не доходит до атмосферы и поглощается выше; даже эта небольшая доля общего потока солнечной энергии, приходящая к Земле, не доходит ни до поверхности, ни даже до тропосферы, поглощаясь в верхней атмосфере, что справедливо как для волновой, так и для корпускулярной радиации; 4) отсутствие очевидных механизмов для передачи влияния солнечного излучения в нижнюю атмосферу. Если влияние солнечной активности на погоду существует, должен существовать механизм передачи воздействия волнового и корпускулярного излучения на верхние слои атмосферы вниз, в тропосферу.

Долгое время поиски корреляций метеорологических параметров и солнечной активности «в лоб» долгое время не приносили успехов. В исследованиях разных авторов было показано, что связь параметров тропосферы (давления и температуры) с солнечной активностью существует, но имеет сложный пространственный и временной характер. Новые данные на временных интервалах >100 лет показали, что незначительные изменения солнечного радиационного баланса приводят к значительным изменениям атмосферных параметров, что вновь заставило ученых вернуться к поискам механизмов передачи солнечного волнового и корпускулярного излучения в нижнюю атмосферу. Наметилась тенденция смещения интересов в области исследований влияния солнечной активности на погоду и климат от электромагнитного излучения к корпускулярному, т.е. внимание вновь было обращено на такие космические агенты (галактические ГКЛ и солнечные СКЛ космические лучи), которые способны проникать в глубокие слои атмосферы (несмотря на их сравнительно ничтожно малый вклад по отношению к волновому излучению Солнца). В связи с этим рассматриваются разные механизмы – химический, электрический, конденсационный и др. Вполне преодолимым оказалось основное возражение против возможности эффективного воздействия солнечной активности на состояние нижней атмосферы и погоду, основанное на недостаточной мощности солнечного ветра. Появились схемы (например, [4]), которые, несмотря на сложность, дают реальный механизм усиления эффекта (тот самый «триггер»), и коэффициент усиления при этом составляет 10 порядков.

Что характерно для таких механизмов – это присутствие электромагнитной компоненты либо прямое указание на роль магнитных полей разного происхождения (разных источников). Нами были обработаны архивы данных инструментальных наблюдений, в результате чего была получена пространственно-временная структура барического поля и главного геомагнитного поля в XX столетии. Для анализа полей давления был использован архив полей давления на уровне моря ВНИИГМИ-МЦД, Обнинск, данные реанализа Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF the 40 Years Re-Analysis, ERA-40), а также данные архива приземного давления отдела климатических исследований и долгосрочного прогноза УкрНИГМИ. Было выполнено меридиональное осреднение январского поля давления воздуха для каждого десятилетия и получена его интегральная характеристика для северного полушария от 40° до 70° с.ш [5]. Это позволило провести анализ крупномасштабной циркуляции атмосферы, формировавшей погодные условия в каждом десятилетии, и проследить их изменения от десятилетия к десятилетию. По аналогии была получена интегральная характеристика для модуля полного вектора геомагнитного поля  $F$  по синтезированным по коэффициентам IGRF картам для каждого десятилетия XX века. При сопоставлении кривых интегральных характеристик поля давления и полного вектора геомагнитного поля получено, что их минимумы и максимумы достаточно хорошо совпадают. Анализ временных диаграмм барического и геомагнитного полей в XX веке также показывает подобие их пространственно-временной структуры [6].

Учитывая абсолютно разные источники исходного материала трудно предположить, что такое совпадение является случайным. Если причинно-следственная связь есть, то очевидно, что геомагнитное поле каким-то образом может влиять на барическое поле, но не наоборот. На возможность такой связи (и вероятные механизмы) указывалось в [7] – магнитное поле Земли способно не только модулировать заряженные частицы, приходящие из космоса, но и упорядочивать стоки этих частиц из магнитосферы в атмосферу Земли и закреплять их в пространстве в районе мировых магнитных аномалий. С учетом существующих гипотез о механизмах влияния потоков ГКЛ и СКЛ, которые способны проникать в глубокие слои атмосферы (и влиять на состояние облачности ?, на изменение концентрации озона ? и др.), а также на присутствие в них электромагнитной (магнитной) составляющей, связь климата с геомагнитным полем нам представляется вполне реальной. Не исключается роль третьего, вероятнее всего, космического фактора.

Анализ вариаций магнитного поля Земли по палеоданным указывает [8], что изменение местоположения геомагнитного полюса в масштабе сотен – первых тысяч лет отражается в изменениях климатической ситуации в таком же временном масштабе. Анализ данных об изменении ландшафтно-климатических условий за последние 13 тыс. лет на территории северной и центральной – восточной Европы, наряду с анализом траектории дрейфа виртуального геомагнитного полюса (ВГП) показал, что чередование стадийных (холодных) и интерстадийных (теплых) периодов связано с местоположением ВГП; с его приближением к территории северной Европы происходит потепление климата в то время как при удалении – похолодание. То есть местоположение геомагнитного полюса (как центра аврорального овала) вместе с корпускулярным солнечным излучением (обуславливающим геомагнитную активность), вероятно, оказывает влияние на характер атмосферной циркуляции и, таким образом, связано с динамикой климатических изменений. И если причиной долговременных климатических изменений в масштабе десятков – сотен тысяч лет принято считать астрономические факторы – изменение параметров орбиты Земли, то в колебаниях климата в масштабе нескольких сотен – первых тысяч лет определенно прослеживается связь с вековыми вариациями геомагнитного поля.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Courtillot, V., Gallet, Y., Le Mouél, J.-L., Fluteau, F., Genevey, A. Are there connections between the Earth's magnetic field and climate? // *Earth Planet Sci. Lett.* –2007. –**253**. P. 328–339.
2. Bard, E., Delaygue, G. Comment on “Are there connections between Earth’s magnetic field and climate ?” // *Ibid.* – 2008. – **265**. P. 302–307.
3. Courtillot, V., Gallet, Y., Le Mouél, J.-L. et al. Response to Comment on “Are there connections between Earth’s magnetic field and climate ?” // *Ibid.* – 2008. – **265**. P. 308–311.
4. Tinsley B. A., Hoeksema J. T., Baker D. N. Stratospheric volcanic aerosols and changes in air-earth current density at solar wind magnetic sector boundaries as conditions for the Wilcox tropospheric vorticity effect // *J. Geophys. Res.* – 1994. – **99**, D8. – P.16805-16813.
5. Мартазинова В.Ф., Бахмутов В.Г., Чайка Д.Ю. Влияние глобального потепления на изменение крупномасштабной атмосферной циркуляции и формирование аномальных погодных условий в Украине // *Доп. НАН України.* – 2006. – №2. С. 105–110.
6. Бахмутов В.Г., Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К., Мельник Г.В. Изменение главного магнитного поля и климата в XX веке // *Доп. НАН України.* – 2011. – №7. С. 90-94.
7. Витинский Ю. И., Оль А.И., Сазонов Б.И. Солнце и атмосфера Земли // Ленинград: Гидрометеиздат, 1976. – 351с.
8. Бахмутов В.Г. Палеовековые геомагнитные вариации. – Киев: Наук. думка, 2006. –298с.