

вызывает увеличение генерации электромагнитной энергии и создает дополнительные волноводы для ее выноса. Такую же роль выполняют нефтяные и газовые скважины. Само по себе изъятие полезных ископаемых из литосферы может явиться причиной генерации электромагнитной энергии. Высотные здания вызывают уплотнение горных масс, что приводит к нарушениям их целостности. Еще одним из крупнейших стимулятором проявления ЭМС являются космические исследования, как в космосе, так и их подготовка на Земле. Космические аппараты в процессе выведения их на орбиту и их спуска нарушают естественные геофизические поля планеты, не говоря уже о химическом загрязнении атмосферы, поверхности Земли и Мирового океана. Загрязнение окружающей среды может быть не только видимым и осязаемым, как например, нефтяные загрязнения, повышение концентрации вредных веществ в атмосфере, озоновые дыры, но и скрытым загрязнением, например, электромагнитным.

Можно предполагать, что одной из причин аварии на Саяно-Шушенской ГЭС является выход из литосферы электромагнитной системы по техногенным волноводам и разрушения энергоблоков. Саяно-Шушенская ГЭС построена в районе геоактивной зоны с повышенной сейсмичностью, наличием геологических разломов и, соответственно, электромагнитными волноводами. Ещё в 1972 году при проведении экспедиционных работ по теме «Подземная гроза» на территории строящейся Саяно-Шушенской ГЭС профессор А.А.Воробьев предлагал построить в платину антенну для измерений естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) с целью прогнозирования геодинамических явлений. Но предложения по прогнозу методом ЕИЭМПЗ не было реализовано, из-за непонимания важности таких исследований. Хотя метод ЕИЭМПЗ в последнее время получил широкое распространение, как наиболее перспективный при прогнозах землетрясений, горных ударов в шахтах, оползневых процессах, он не нашёл широкого применения в мониторинге геодинамических явлений в районах построенных гидроэлектростанций и при выборе мест их проектирования.

Основываясь на электроразрядной гипотезе образования диатрем в литосфере, можно полагать (согласно представлениям о «Подземной грозе» А.А.Воробьева и последним работам К.К.Хазановича-Вульфа), что башни в Нью-Йорке оплавилась и осели в результате электроразряда между железным каркасом этих башен и самолётом (искусственным баллидом).

Литература

1. Арефьев К.П., Заверткин С.Д., Сальников В.Н. Термостимулированные электромагнитные явления в кристаллах и гетерогенных минералах / Под ред. М.В. Кабанова. – Томск: STT 2001. – 400 с.
2. Вершкова Е.М., Русакова А.В., Сальников В.Н., Федощенко В.И. Электромагнитные системы литосферы, как информационная геозкологическая проблема / Матер. 6-го Межд. Симп.: Проблемы экоинформатики. – М.: ИРЭ РАН, 2004. – С.164 – 168.
3. Малова К.А., Сальников В.Н. Синергетика электромагнитных систем литосферы // Успехи современного естествознания, 2011. – №7. – С.44 – 48.
4. Протасевич Е.Т., Скавинский В.Н. Геофизические фоновые объекты и явления. По страницам архива жандармского управления периода первой мировой войны. – Томск; изд-во ТПУ, 1996. – 120 с.
5. Сальников В.Н., Арефьев К.П., Заверткин С.Д. и др. Самоорганизация физико-химических процессов в диэлектрических природно-техногенных средах. Томск: STT, 2006. – 524 с.
6. Экология человека в изменяющемся мире/ Коллектив авторов. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 570 с
7. Хазанович-Вульф К.К. Диатреморвые шлейфы астроблем или «Болидная модель образования кимберлитовых трубок». – Петрозаводск: Изд-во ГЕОМАСТЕР, 2007. – 272 с.

ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ СМЕЩЕНИЯ ПОЛЮСА ХОЛОДА

Св.А. Тихонова, Сах.А. Тихонова

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Значение палеомагнитных исследований при изучении климатов прошлого состоит в том, что они обеспечивают независимое определение широты и меридионального направления. Палеомагнитные исследования заключаются в установлении направлений намагниченности, как склонения, так и наклонения, измеряемых на образцах горных пород [3].

Метод палеоклиматологии заключается в выявлении некоторых признаков неких палеоклиматологических индикаторов, которые могли бы дать представление об определенных климатологических условиях. Создают модель климатических зон прошлого, в который эти индикаторы помещаются в соответствующие палеоклиматологические зоны.

Существует множество способов по исследованию климатов прошлого, в нашей статье мы выделим метод, связывающий палеомагнетизм с палеоклиматологией. Этот метод рассмотрел в своей научной статье С.К. Ранкорн.

Между палеомагнетизмом и палеоклиматами существует связь, которая становится ясной, если считать, что среднее геомагнитное поле всегда являлось диполем, направленного вдоль оси вращения Земли. Наклон оси геомагнитного поля в настоящее время относительно географической оси равен примерно 11°, однако геомагнитное поле не оставалось всегда постоянным по направлению; оно постепенно изменялось. На рисунке 1 изображены склонения и наклонения поля Лондона начиная с XVI в. Это пример вековых колебаний геомагнитного поля. Направление геомагнитного поля и остаточной намагниченности горных пород

определяется двумя углами: склонением, т.е. углом между вертикальной плоскостью, проходящей через магнитный меридиан, и современным географическим меридианом, и наклонением, т.е. углом, который образует магнитный вектор с горизонтальной плоскостью. На примере Лондона, на рисунке 1 видно, что склонение достигало наибольшего значения (24° з.д.) в 1815 г., а перед 1650 г. оно было северо-восточным. Даже если бы эти исторические наблюдения были единственным источником информации о колебаниях геомагнитного поля, все же можно было бы считать, что в среднем в течение тысячелетий оно было направлено точно на север. В пользу такого предположения имеются, кроме того, веские теоретические доводы.

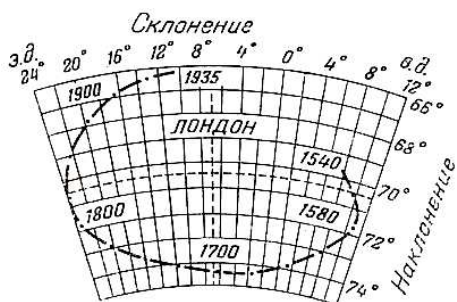


Рис. 1. Изменение магнитного склонения и наклонения в Лондоне (за 1540-1935 гг.)

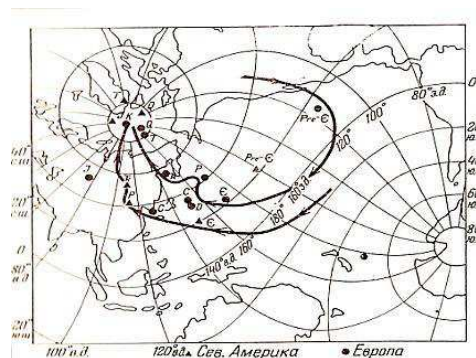


Рис. 2. Карта изоклин (линий равного магнитного наклонения) для эпохи 1945 г.

Силикатная мантия Земли простирается примерно до глубины 2900 км; глубже, в центральных частях Земли, находится жидкое ядро большой плотности. Согласно данным физики твердого тела, ядро должно обладать хорошей электропроводностью, а космохимические соображения свидетельствуют в пользу того, что оно состоит из железа. Замечательным свойством жидкого ядра является то, что оно, по-видимому, вращается значительно медленнее, чем мантия; разница составляет примерно $1/5^\circ$ в год. Это удалось установить путем изучения вековых изменений на протяжении исторического времени тех особенностей геомагнитного поля, которые не имеют аксиальной симметрии. Оказалось, что все они перемещаются с течением времени в западном направлении. Любопытно, что это явление было несколько раз обнаружено, потом забыто и вновь открыто. В XVII в. его впервые заметил астроном Галлей, который составил первые карты колебаний склонения (карты изогон, т. е. линий равного склонения) для Атлантического океана. Позднее ван Беммелен, используя карты изогон Европы, показал, что центр одной из аномальных областей магнитного поля за время с 1550 до 1750 г. переместился из Швеции в западную Португалию. Бауэр выявил этот эффект, изучая различия между углами наклонения, наблюдавшимися в 1780 и 1885 гг. и теми, которые следовало бы ожидать для поля аксиального диполя. Линии равных отклонений образуют две системы замкнутых овалов, одна из которых находится в западном полушарии, а другая в восточном. Обе системы за период с 1780 по 1885 гг. заметно переместились к западу. За последние полстолетия институтом Карнеги в Вашингтоне были предприняты широкие исследования с целью получения данных о геомагнитном поле по всему земному шару. Вестайн и его сотрудники произвели исчерпывающий анализ вековых колебаний магнитного поля для четырех эпох: 1912—1915, 1922—1925, 1932—1935 и 1942—1945 гг. На составленных ими картах во всех деталях видно перемещение фокусов изопор (т. е. центров роста или уменьшения напряженности магнитного поля) к западу [1].

Эльзассер и Буллард показали, что геомагнитное поле возникает в жидком проводящем земном ядре посредством механизма, напоминающего динамо. Движения в жидком ядре, обусловленные радиоактивным нагревом, обеспечивают энергию, достаточную для поддержания интенсивности магнитного поля на наблюдаемом уровне. При таком подходе вековые колебания, амплитуда которых мала по сравнению с геологическим временем, хорошо объясняются эффектом электромагнитной индукции, возникающей вследствие турбулентных движений в ядре Земли.

Таким образом, геомагнитное поле становится одной из областей приложения новой теории, называемой магнитной гидродинамикой. Эта теория объясняет поведение магнитных полей в движущихся проводящих жидкостях, причем главным образом она имеет дело с движениями крупного масштаба. Одно из основных положений этой теории состоит в утверждении того, что силовые линии магнитного поля имеют тенденцию оставаться связанными с движущимися частицами. Это просто приложение правила Ленца к явлениям крупного масштаба, когда полное время распада системы свободных электрических токов достаточно велико.

Таким образом, перемещение геомагнитного поля в западном направлении, — по-видимому, результат вращения в этом же направлении ядра Земли как целого по отношению к ее мантии. Анализ уравнения Навье — Стокса в применении к гидродинамике земного ядра показывает, что значение вязкости в этом уравнении ничтожно мало, несмотря на высокий верхний предел вязкости ядра. Следовательно, оболочка и ядро вовсе не должны вращаться с абсолютно одинаковой угловой скоростью, поскольку какая-либо веская причина к этому отсутствует. В нижней части силикатной мантии температуры довольно высоки, поэтому следует ожидать, что проводимость там значительна, хотя она и меньше проводимости ядра примерно в 10 000 раз. Нижние слои

мантии являются полупроводником, согласно терминологии, принятой в физике твердого тела. Этим и объясняется, почему скорости оболочки и ядра не могут сильно различаться, поскольку ядро стремится увлечь силовые линии за собой и, следовательно, в оболочке индуцируются вихревые токи. Вращательный момент, создаваемый этими вихревыми токами, не позволяет ядру и оболочке вращаться с существенно различными скоростями. С другой стороны, переменные поля, возникающие в ядре и наблюдаемые на поверхности Земли в виде вековых колебаний, также должны возбуждать токи в мантии, а пондеромоторные силы, порождаемые этими токами, должны вызывать изменения угловой скорости мантии с амплитудой порядка 100 лет. Таким образом, в каждый данный момент скорости, с которыми вращаются ядро и мантия, должны различаться, вероятно, не более чем на 10⁻⁶%. Эти скорости изменяются во времени, причем роль таких изменений весьма значительна, поскольку ими можно объяснить одно из самых интересных астрономических открытий, сделанных за последнее столетие. Было установлено, что в положениях Луны, Солнца, Венеры и Меркурия на небесном своде наблюдаются колебания той же амплитуды, которая характерна для вековых колебаний геомагнитного поля. Это означает существование колебаний во вращении Земли. Таким образом, представления о турбулентных движениях в ядре позволяют связать между собой и объяснить два следующих явления: геомагнитное поле порождает переменное во времени сцепление между ядром и мантией, а это в свою очередь приводит к колебаниям продолжительности суток, обнаруженным астрономами.

Простое следствие этой теории следующее: среднее геомагнитное поле во времени должно быть примерно симметричным относительно оси вращения. При определении направления намагниченности формации горных пород, принадлежащей какому-то данному геологическому периоду, изучается геомагнитное поле в интервале времени, значительно более продолжительного, чем амплитуда вековых колебаний. Поэтому при интерпретации палеомагнитных данных можно считать поле аксиально симметричным. На рисунке 2 показано распределение линий постоянного магнитного наклонения (изоклин) для 1945 г. Вследствие того что геомагнитная ось отклонена в направлении Канады, на изоклинах отчетливо виден изгиб в сторону Южной Америки. Но ядро вращается относительно мантии, увлекая за собой магнитное поле. Поэтому если изучать поле в каком-то одном месте за период во много тысяч или десятков тысяч лет (например, при измерениях, производимых по породам отдела), то подобное исследование равноценно измерению поля во всех точках, лежащих на данной широте, в течение эпохи. Можно математически строго показать, что усреднение по любой широте дает аксиально-симметричное поле; действительно, как видно на рисунке 2, изоклины отклоняются то в одну, то в другую сторону по отношению к параллелям, что и приводит к указанной аксиальной симметрии усредненного поля.

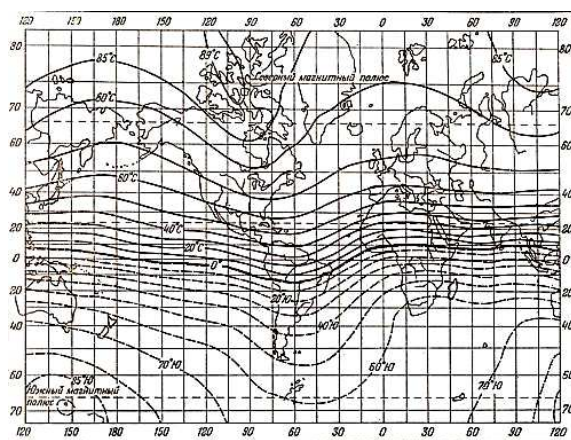


Рис. 3. Положение Северного полюса, определенное по намагниченности горных пород Северной Америки и Великобритании

Далее, учитывая энергетические соображения, возникает предположение о дипольном характере среднего поля, т. е. это поле должно быть эквивалентно полю постоянного магнита малого размера, помещенного в центре Земли и направленного вдоль ее оси вращения. Для поля аксиального диполя существует следующее простое соотношение между величиной магнитного наклонения (I) и широтой (λ):

$$\operatorname{tg} I = 2 \operatorname{tg} \lambda, \quad (1)$$

Именно в силу этого простого обстоятельства оказывается, что магнетизм горных пород имеет прямое отношение к проблемам климатов прошлого. Среднее направление намагниченности пород какого-то отдела, в которое внесена поправка, учитывающая падение слоев, позволяет, получив по формуле (1) значение географической широты места залегания пород. Палеомагнитные данные, собранные на всех континентах, показывают, что в эпохи, предшествовавшие третичному периоду, широты отличались от современных. Брайден и Ирвинг, а также Ранкорн и Блэкет показали, что для каждого геологического периода значения широт, вычисленные по палеомагнитным данным, хорошо согласуются со значениями, полученными при обычных палеоклиматических исследованиях.

Было обнаружено, что пункты положения полюса, если их рассматривать в геохронологической последовательности от древних периодов к четвертичному, ложатся вдоль определенных кривых, показанных на

рисунке 3. Это было первым свидетельством в пользу того, что измерения вскрывают важную закономерность. Позднее Ранкорном были приведены доказательства того, что западное смещение кривой перемещения полюса, построенной по специальным данным, относительно европейской кривой невозможно объяснить вторичной намагниченностью. Поэтому для объяснения расхождения был привлечен дрейф континентов. Действительно, если Европа и Северная Америка до триаса находились, примерно на 30° ближе одна к другой, то существование двух различных кривых перемещения полюса получило бы объяснение.

Согласно принципам механики, среднее геомагнитное поле должно быть аксиальным, нет вполне определенных доказательств того, что земное поле всегда было дипольным. Как видно на рисунке 3, оно было дипольным в течение последних 60 млн. лет, поскольку при вычислении положений полюса пригодна формула (1). Представляет интерес вопрос, не могло ли среднее поле иметь более сложную структуру, чем поле диполя, в течение промежутков времени длительностью порядка нескольких миллионов лет. Потенциал дипольного поля выражается сферической гармоникой второго порядка. Высшие гармоники дают более сложные поля. Наиболее вероятна генерация в ядре дипольного поля, так как такое поле обладает меньшей энергией, чем поле высших гармоник. Однако, поскольку уравнения гидродинамики ядра не линейны, может быть, неверно предполагать, что все изменения в энергии или в радиусе ядра приводят только к изменению напряженности поля, а не к изменению его формы. Магнитное положение квадрупольно направлено по вертикали не только на полюсах, но и на экваторе. Поле окуполя направлено вертикально приблизительно на широтах 20° ю. ш. и 20° с. ш. и на полюсах. Поэтому если среднее геомагнитное поле в палеозое было, например, комбинацией дипольного и окупольного полей и т. д., то связь между широтой и углом магнитного наклона уже не будет определяться формулой (1). В этом случае палеомагнитный метод определения положения материков оказывается уже уязвимым [2].

Литература

1. Личков Б. Л. Движение материков и климаты прошлого земли. – Л., 1935. 127 с.
2. Нэйрн А. Э.М. // Проблемы палеоклиматологии: Труды симпозиума. – М.: Изд-во «МИР», 1968. – 440 с.
3. Сеницын В. М. Введение в палеоклиматологию. – М.: Недра, 1980. – 527 с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Хассан Махмуд Гомаа

Научный руководитель профессор Ю.В. Ваньшин

Саратовский государственный университет, г. Саратов, Россия

Изменение климата имеет большое влияние на изменения глобального уровня морей. Солнечная активность также может играть определенную роль в изменении уровня моря. В статье предпринята попытка рассмотреть эффект солнечной активности и глобального потепления на изменение уровня Каспийского моря.

Каспийское море имеет самую большую площадь водной поверхности среди внутренних водоёмов, и составляет 75% объёма от всех солёных озёр Мира [5]. В настоящее время его уровень на 27 м ниже уровня Мирового океана [1]. Каспийское море окружено территориями Российской Федерации, Азербайджана, Ирана, Туркмении и Казахстана, расположено между 36° - 47° с. ш. и 47° - 54° в. д. в полупустынной зоне [4]. Каспий традиционно разделен на три части, определенные морфометрическими параметрами и гидрологическим режимом - северный, средний, и южный. Северная часть моря имеет среднюю глубину 5 метров и содержит около 1% суммарного объёма воды. Средний Каспий относительно глубок – в среднем 190 м и содержит одну треть объёма воды. Глубокая, южная часть содержит две трети объёма воды, приблизительно $78,289 \text{ км}^3$, и достигает максимальной глубины 1024 м. [6].

Уровень Каспийского моря, как типичного внутреннего водоёма, неоднократно подвергался значительным колебаниям в прошлые геологические времена [7]. В период с 1933 по 1940 г. его уровень резко снизился на 1,7 м, а в 1977 г еще на 1,2 м и достиг минимального значения. Затем в период с 1977 по 1995 г г. его уровень неожиданно повысился на 2,5 м [1]. Изменения уровня моря вызвали существенное влияние на экономику, окружающую среду и ресурсы прибрежных стран. Авторы работы [3] предположили наличие связи между изменениями климата и колебаниями уровня Каспийского моря.

В дополнение, американские ученые [10] полагают, что число солнечных пятен (чисел Вольфа) зависит от циклов солнечной активности, максимум которой отмечается каждые 11 лет или около этого. При этом, некоторые исследования указывают на то, что частота образования солнечных пятен за прошлое столетие в целом удвоилась [10]. Некоторые климатологи считают, что пятна и «солнечный ветер» могут играть значительную роль в изменении климата Земли, но подавляющее большинство специалистов рассматривают вклад этих процессов в климатообразование как незначительный, считая основной причиной нагревание атмосферы, эмиссию продуктов индустриальной деятельности, подтверждая это мнение многочисленными фактическими данными.

В придачу, считается [9], что существует прямая связь между современным глобальным потеплением и увеличением в атмосфере концентрации парниковых газов, особенно CO_2 , что может привести в конечном итоге к изменению уровня и Мирового океана. Самые полные данные о динамике концентрации CO_2 в атмосфере,