

## О ВОЗМОЖНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРИРОДНЫХ САМОСВЕТАЮЩИХСЯ ОБРАЗОВАНИЙ НА ЭНЕРГОСЕТИ

А. Н. Дмитриев — д. г.-м. п., к. ф.-м. н., в. н. с. Института геологии СО РАН, проф. ГАГУ,  
 В. Л. Дятлов — д. ф.-м. н., г. н. с. Института математики СО РАН,  
 А. Ю. Гвоздарев — к. т. н., ст. преп. ГАГУ

### Введение

В последнее время был выявлен новый класс геофизических явлений — природные самосветящиеся образования (ПСО) [1]. Многие жители Алтая наблюдали красивые и загадочные свечения, лучи, движущиеся шары и др. — база данных, собранная сотрудниками Института геологии СО РАН содержит несколько тысяч описаний подобных наблюдений [1-3]. Обнаружено, что их появление в пространстве приурочено к неоднородностям геолого-геофизической среды: сгущениям разломной сети, рудопроявлениям. Горный Алтай с его сложным геологическим строением является местом наиболее частой встречаемости ПСО по Юго-Западной Сибири. Во времени частота встречаемости ПСО определяется циклом солнечной активности: в годы активного Солнца ПСО наблюдаются на территории Алтая в шесть раз чаще, чем в годы минимума. Необходимо отметить, что ПСО обладают набором трудно интерпретируемых физических свойств, среди них: способность проникать сквозь вещество в любом фазовом состоянии (жидком, твердом, газообразном), наличие сильных магнитных, электрических и гравитационных полей, связь с сильными вихревыми процессами (торнадо), самосвечение, излучение электромагнитных волн в широком диапазоне. В местах частой встречаемости ПСО обнаружены высокоамплитудные магнитные аномалии, наблюдаются сильные локальные вариации геофизических полей. Одним из удивительных свойств этих аномалий, выявленных микрогеофизической магнитной съемкой, является локализация максимумов и минимумов магнитного поля прямо в воздухе [3-4].

Попытка описания всех этих свойств привела к созданию модели неоднородного модифицированного физического вакуума [5] (с кратким описанием модели можно ознакомиться в статье [6], опубликованной в предшествующем номере журнала). Необходимо отметить, что данная модель в настоящее время не является общепризнанной, но благодаря ей удалось достигнуть значительных успехов в описании свойств шаровой молнии, природных самосветящихся образований и торнадо. Физический вакуум в ней рассматривается как поляризованная среда, причем электромагнитное поле описывается на основе уравнений Максвелла, а гравитационное — на основе аналогичных им уравнениям Хевисайда. При этом вводится гравитационный аналог магнитного поля — спиновое поле, и по аналогии с электромагнитной индукцией вводится грависпиновая индукция, являющаяся источником вихревых гравитационных полей. Необходимо подчеркнуть, что наличие гравитационных вихревых полей в природе в настоящее время подтверждено реальными измерениями [7], чем и обосновано такое описание гравитации. Ключевой особенностью модели является представление о неоднородности свойств пространства — в ней вводится понятие вакуумного домена (ВД) — области пространства, в которой локально осуществляется связь электрических и гравитационных поляризации, а также связь спиновых и магнитных индукций (характеристики этих связей  $\epsilon_r, \mu_r$  не равны нулю внутри домена

и принимают нулевые значения вне него). Модель позволяет на качественном уровне объяснить многие свойства шаровой молнии, природных самосветящихся образований и торнадо: самосвечение, наличие электрического, магнитного и гравитационного полей, возникновение сильных вихрей.

Функциональная роль ПСО (и модифицированного физического вакуума) в геолого-геофизической среде пока только начинает выявляться. Видимо, она состоит в том, что ПСО регулируют совокупность диссипативных геодинамических и геофизических процессов (сейсмичность, вулканизм, инверсии геомагнитного поля, вариации электрического поля Земли). В частности, обнаружено, что в местах с повышенной встречаемостью ПСО наблюдается «дефицит» высокобалльных сейсмических событий, несмотря на наличие сильных тектонических напряжений (Катунско-Теректинская динамопара) [1, 3]. Возможно, что генерация ПСО является одним из механизмов разгрузки сейсмического очага.

Касаясь общей описательной модели реагирования геолого-геофизической среды на отдельные и групповые воздействия ПСО-ВД, следует акцентировать межобластное значение этих воздействий. Сформулирована гипотеза об участии ПСО в межгеосферных связях и вертикальном энергоперетоке между литосферой и геокосмосом. Отмечаются четыре основных вида воздействия со стороны ПСО-ВД на геолого-геофизическую среду: взрывы, электромагнитные влияния, ротационные силы (спиновые эффекты [1, 5]), тепловые влияния. Диапазон интенсивностей и длительности воздействия ПСО-ВД на геоболочки очень широк, разнообразен и перечень откликов среды на них, причем исследования этих откликов еще далеки до завершения, особенно это касается глубин литосферы.

В настоящее время ясно, что встречаемость ПСО нарастает с ростом мощных природных быстротекающих процессов как в верхнем полупространстве (грозы [8], ураганы, мощные вихревые системы [9-10]), так и в нижнем (землетрясения [11], разломообразование, подземные взрывы [12], извержение вулканов). Свойство ПСО «присутствовать» или «существовать» с энергетикой катастрофическими природными явлениями может инверсировать причинно-следственную связь, т. е. не «землетрясения вызывают свечения», а устойчивые ПСО могут вызывать и регулировать быстротекающие процессы в геолого-геофизической среде. Отметим, что развиваемая нами модель поддерживает такое предположение: энергия электрических и спиновых поляризации, запасенных в крупных ПСО-ВД вполне достаточна для подобной регуляции. В таком случае, нарастание катастрофизма в последние десятилетия может быть связано с ростом общей активности процессов с участием МФВ на планете. В рамках модели значительное увеличение числа торнадо в Америке за XX век, и особенно всплеск торнадо в мае 2003 года (более 500 событий) являются прямым свидетельством о нарастании роли МФВ в процессах на Земле.

Впрочем, затронув вопрос причинно-следственных связей, необходимо расширить число возможных «виновников» разрушительных быстротекающих процессов на Земле. Это тем более важно в связи с быстротекающими глобальными процессами инверсии геомагнитного поля [13], изменения геолого-геофизической среды, климата и биосферы [4, 14-17]. Периодичность и разнообразие ПСО (по форме и масштабам), как уже говорилось, подчинены солнечной активности (геоэффективным меридианам Солнца, особенно участкам вспышечной активности, зонам корональных срываний замагниченной плазмы [1, 16, 18, 19] — так что в этом нарастании концентрации МФВ можно видеть следствие крупномасштабных солнечно-системных процессов [20].

Возможные последствия воздействия ПСО на технические системы также слабо изучены. Неоднократно сообщалось о выходе из строя систем передачи электроэнергии, отказе радиосвязи, автомобильных систем зажигания при пролете ПСО вблизи них. Между тем, если предположение об усилении процессов с участием МФВ верно, то эти воздействия будут все чаще встречаться. В данной работе на основе модели неоднородного физического вакуума [5] теоретически рассматривается возможность аварии энергетической сети при воздействии на нее природного самосветящегося образования [1].

### 1. Механизм влияния ПСО на энергосеть

Уравнения электрогравитатики в модели неоднородного физического вакуума выглядят традиционно

$$\operatorname{div} D = \rho \quad (1.1)$$

$$\operatorname{div} D_G = -\rho_G \quad (1.2)$$

где  $D, D_G$  — электрическое и гравитационное смещения,  $\rho, \rho_G$  — объемные плотности электрических зарядов и масс (гравитационных зарядов). Однако в вещественные уравнения добавлены перекрестные члены, ответственные за связь электрической и гравитационной поляризации

$$D = \epsilon_0 E + \epsilon_1 E_G \quad (2.1)$$

$$D_G = \epsilon_{0G} E_G + \epsilon_1 E \quad (2.2)$$

где  $E, E_G$  — электрическое и гравитационные поля,  $\epsilon_0$  — электрическая проницаемость вакуума,  $\epsilon_{0G} = 1/(4\pi G) = 1.193 \cdot 10^9 \text{ кг} \cdot \text{с}^2/\text{м}^3$  — гравитационная проницаемость вакуума,  $G = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$  — гравитационная постоянная,  $\epsilon_1$  — коэффициент электрогравитационной связи в модифицированном физическом вакууме (МФВ). При  $\epsilon_1 = 0$  эти уравнения переходят в обычные. Для характеристики МФВ удобно ввести параметр  $a_s = \frac{\epsilon_1}{\sqrt{\epsilon_0 \epsilon_{0G}}}$  — степень модификации вакуума по электрогравитационной связи, который мыслится как доля связанных диполей в вакууме (он принимает значения от 0 до 1).

Согласно уравнению (2.1), внутри вакуумного домена, находящегося в гравитационном поле Земли, должна возникать электрическая поляризация модифицированного физического вакуума (МФВ). При этом на границе ВД возникают связанные заряды МФВ (подобно тому, как возникают связанные заряды на поверхности диэлектрика). В естественных условиях к этим зарядам должны притягиваться ионы, компенсируя их заряд. Эти ионы, присоединяясь к зарядам МФВ, резко снижают свою способность к рекомбинации. В результате возникают условия для формирования «холодной плазмы», в которой ионы могут устойчиво сохраняться длительное время. В случае, если степень модификации вакуума в пространстве рядом с ВД нарастает постепенно, должно возникать пространственное распределение связанного заряда, и в переходном слое ВД формируются достаточно большие области холодной плазмы, обладающие высокой проводимостью. Необходимо подчеркнуть, что само наличие феномена холодной плазмы в природе доказано наблюдениями [1, 4, 21–25]. Пожалуй, наиболее известным примером из этой области может являться шаровая молния.

Кроме того, в областях пространства с повышенной степенью модификации вакуума (вакуумных доменах) должно происходить обратимое преобразование грависпиновых (ГС) волн в электромагнитные (ЭМ) [5]. Этот механизм позволяет рассматривать вакуумные домены (ВД) как источники ультрафиолетового (УФ), рентгеновского и  $\gamma$ -излучения. Такое высокоэнергичное излучение ВД вызывает дополнительную ионизацию воздуха вплоть до разнообразных самосвечений. Подчеркнем также, что в наблюдениях ПСО неоднократно упоминаются

явления, свидетельствующие о повышенной проводимости воздуха рядом с ними: ПСО давали отметки на радарах, вызывали «молчание эфира» прерывали работу системы зажигания автомобилей, в местах их частой встречаемости наблюдались потери электроэнергии с ЛЭП [1, 9, 26–27], вплоть до полной потери [28].

Таким образом, при попадании ЛЭП в тело вакуумного домена возможно замыкание проводов через воздух за счет повышения его проводимости. Такое замыкание должно вызвать переходные процессы в сети, которые могли привести к повышению напряжения и отключению автоматики.

Кроме указанного эффекта, модель предсказывает еще один механизм, который может сгенерировать дополнительную ЭДС в сети. Если ЛЭП поднимается в гору и попала внутрь ВД, на таком участке за счет электрогравитационной поляризации должна возникнуть значительная статическая разность потенциалов. Ее изменение при движении ВД (появление при входе проводов внутрь ВД и исчезновение при выходе) также может создать значительные токи в ЛЭП и привести к выключению автоматики.

### 2. Холодная плазма в вакуумном домене

Рассмотрим для простоты однородный горизонтальный слой МФВ с линейным спадом степени модификации вакуума в переходных слоях толщиной  $h$ , находящийся в гравитационном поле Земли  $E_{0G}$ :

$$a_s = a_{cm} (z/h) \quad 0 \leq z \leq h$$

$$a_s = a_{cm} \quad 0 \leq z \leq \ell + h \quad (3)$$

$$a_s = a_{cm} [1 - (z - \ell - h)/h] \quad \ell + h \leq z \leq \ell + 2h$$

Решение для электрического поля  $E$  и гравитационного  $E_G$  можно получить путем интегрирования уравнений электрогравитатики [5]. Рассмотрим сначала случай незаполненной ионами переходной зоны. Тогда при отсутствии зарядов

$$\operatorname{div} D = 0 \quad (4.1)$$

$$\operatorname{div} D_G = 0 \quad (4.2)$$

Решение для полей  $E, E_G$  в центральной части слоя МФВ получено в [29]:

$$E_z = \frac{1}{1 - a_{cm}^2} E_0 - \frac{a_{cm} \eta_0}{1 - a_{cm}^2} E_{0G} \approx E_0 - a_{cm} \eta_0 E_{0G}; \quad (5.1)$$

$$E_{Gz} = \frac{1}{1 - a_{cm}^2} E_{0G} - \frac{a_{cm}}{\eta_0 (1 - a_{cm}^2)} E_0 = E_{0G}; \quad (5.2)$$

где  $\eta_0 = \frac{\sqrt{\epsilon_{0G}}}{\sqrt{\epsilon_0}} = 1.161 \cdot 10^{10} \text{ кг} / \text{Кл}$ ,  $E_0$  — внешнее электрическое поле,  $E_{0G} = 9.8 \text{ м/с}^2$  — гравитационное поле у поверхности Земли. Как видно из (5), заметные изменения в электрическом поле ( $a_{cm} \eta_0 E_{0G} \approx 10 \text{ В/м}$ ) возникают при степени модификации вакуума  $a_{cm} \approx 10^{10}$ , а гравитационное поле меняется очень слабо (при  $a_{cm} \approx 10^{10}$  изменение поля  $E_{Gz} - E_{0G} \approx a_{cm}^2 E_{0G} \approx 10^{-19} \text{ м/с}^2$ ). При  $a_{cm} \approx 10^6$  внутри ВД создается электрическое поле, достаточное для молниевых пробоя воздуха.

Для переходного слоя систему уравнений (2)–(3) с учетом (4) можно записать в виде

$$\epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial z} + \left( \frac{\partial \epsilon_1}{\partial z} \right) E_G + \epsilon_1 \frac{\partial E_G}{\partial z} = 0 \quad (6.1)$$

$$\epsilon_{0G} \frac{\partial E_G}{\partial z} + \left( \frac{\partial \epsilon_1}{\partial z} \right) E + \epsilon_1 \frac{\partial E}{\partial z} = 0 \quad (6.2)$$

Рассмотрим простейший случай  $\epsilon_1 \frac{\partial E_G}{\partial z} \ll \left( \frac{\partial \epsilon_1}{\partial z} \right) E_G$ ,  $E_G \approx E_{0G} = 9.8 \text{ м/с}^2$ . Тогда

$$\frac{\partial E}{\partial z} = - \frac{1}{\epsilon_0} \left( \frac{\partial \epsilon_1}{\partial z} \right) E_{0G} \quad (7)$$

$$\text{откуда } E \approx E_0 - \operatorname{grad} a_s \times \eta_0 E_{0G} z \quad (8)$$

Следовательно, в переходном слое с линейным ростом (спадом) степени модификации ( $\text{grad } \alpha_c = +a_{cm}/\eta = \text{const}(z)$ ) при отсутствии ионов наблюдается линейная зависимость напряженности электрического поля от координаты  $z$ . Тогда потенциал электрического поля в этой области должен меняться по квадратичному закону, а в центральной части — по линейному:

$$\varphi(z) \approx \varphi(0) - E_0 z + a_{cm} \eta_0 E_{0G} (z^2/2h) \quad 0 \leq z \leq h \quad (9.1)$$

$$\varphi(z) = \varphi(h) - E_0 z + a_{cm} \eta_0 E_{0G} (z-h) \quad h \leq z \leq \ell+h \quad (9.2)$$

$$\varphi(z) = \varphi(\ell+2h) - E_0 z - a_{cm} \eta_0 E_{0G} ((z-\ell-2h)^2/2h) \quad \ell+h \leq z \leq \ell+2h \quad (9.3)$$

Таким образом, слой МФВ создает потенциальный барьер для ионов (подобный потенциальному барьеру в  $p$ -переходе для дырок и электронов)

$$\Delta\varphi_0 = \varphi(\ell+2h) - \varphi(0) = \alpha_{cm} \eta_0 E_{0G} (\ell+h) \quad (10)$$

При  $\alpha_{cm} \approx 10^{-6}$ ,  $\ell \approx 100$  м разность потенциалов, создаваемая ВД, равна  $\Delta\varphi \approx 10^7$  В. Ионы, попадающие внутрь слоя, выносятся по его разные стороны в зависимости от знака заряда, накапливаясь у границ. Заметим, что при отсутствии внешнего поля связывающего состояния для ионов не наблюдается, так как зависимость  $\varphi(z)$  в этом случае монотонна. Однако вынос уже небольшого количества ионов создает внешнее поле, направленное против поля, создаваемого связанными зарядами МФВ, и в переходном слое появляется потенциальная яма с квадратичным профилем. Ее положение  $z_0$  определяется соотношением между внешним полем  $E_0$  и полем внутри ВД  $\alpha_{cm} \eta_0 E_{0G}$ :

$$z_0 = h \times [E_0 / \alpha_{cm} \eta_0 E_{0G}] \quad (11)$$

Ионы, которые выносятся за пределы ВД, в дальнейшем распределяются согласно законам диффузии. Равновесное распределение может быть найдено из условия стационарности диффузионного потока [30]

$$\frac{\partial n_{i,2}}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[ (D_1 + D_2(z)) \frac{\partial n_{i,2}}{\partial z} \right] + u_1 \frac{\partial \varepsilon_1}{\partial z} (E_{n_{i,2}}) + g - \frac{n_{i,2}}{\tau_{i,2}} = 0 \quad (12)$$

где  $n_{i,2}$  — концентрация положительных и отрицательных ионов соответственно,  $D_1, D_2$  — коэффициенты диффузии для них,  $u_1, u_2$  — коэффициенты подвижности,  $\tau_1, \tau_2$  — времена релаксации ионов,  $g$  — скорость ионообразования,  $Dt(z) = (Kz + \gamma)/(z + \beta)$  — коэффициент турбулентной диффузии от координаты, где  $K$  — коэффициент турбулентности,  $\gamma = 5 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/с,  $\beta = 10$  м. Если пренебречь электростатическим отталкиванием ионов друг от друга, то за пределами ВД получаем хорошо известное решение: избыточная концентрация ионов экспоненциально спадает по мере удаления от границы ВД [31]:

$$n_1(z) = n_0 \exp\{z/L_1\} + g\tau_1 \quad z \leq 0 \quad (13.1)$$

$$n_2(z) = n_0 \exp\{-[z - (\ell+2h)]/L_2\} + g\tau_2 \quad z \geq \ell+2h \quad (13.2)$$

где  $n_0$  — избыточная концентрация ионов на границе ВД,  $L = (D\tau)^{1/2}$  — диффузионная длина,  $D = D_{1,2} + D\tau$ ,  $g\tau_{1,2}$  — равновесные концентрации ионов за пределами ВД. Для легких ионов коэффициенты обычной и турбулентной диффузии сопоставимы, у средних и тяжелых турбулентная диффузия преобладает. Диффузионная длина для легких ионов составляет 0.22—0.27 м, для прочих — 0.22 м. Таким образом, слой ионов вне ВД довольно тонкий. Проинтегрировав эти зависимости, получим значения напряженности поля, создаваемого этими ионами:

$$E_u = qn_0 L / (2\varepsilon_0) \quad (14)$$

где  $q$  — заряд иона.

По мере заполнения переходной зоны поле связанных зарядов будет экранироваться, высота потенциального

барьера падать, область проникновения ионов внутрь ВД — увеличиваться. Крайним случаем является полностью заполненная переходная область, когда на каждый связанный заряд приходится ион противоположного знака. В этом случае поле внутри ВД определяется только внешними источниками поля — поле связанных зарядов полностью экранировано. Исходя из такого приближения можно оценить предельную концентрацию ионов в холодной плазме.

$$n_{max} = \varepsilon_0 E_0 / hq = \varepsilon_0 \alpha_{cm} \eta_0 E_{0G} / hq = 6.30 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-2} \times \text{grad } \alpha_c \quad (15)$$

При  $\text{grad } \alpha_c = 10^{10} \text{ м}^{-1}$  получаем  $n_{max} \approx 6.3 \cdot 10^8 \text{ м}^{-3}$ , что по порядку величины совпадает с обычной концентрацией ионов у поверхности Земли — то есть при таких и более высоких значениях  $\text{grad } \alpha_c$  в переходном слое ВД становится заметен в ионных концентрациях. Согласно [32], минимально обнаружимая при радиолокации концентрация ионов составляет  $10^{12}$ — $10^{14} \text{ м}^{-3}$ . Как видно из приведенных оценок, обнаружение внешней оболочки ПСО радаром, неоднократно отмеченное [1,3], возможно при  $\text{grad } \alpha_c \approx 10^6$ — $10^4 \text{ м}^{-1}$ .

Удобно ввести параметр заполнения переходной зоны ионами

$$\xi = n / n_{max} \quad (16)$$

Тогда потенциальный барьер, создаваемый ВД, определяется соотношением

$$\Delta\varphi = (1-\xi)\Delta\varphi_0 = (1-\xi)\alpha_{cm}\eta_0 E_{0G} (\ell+h) \quad (17)$$

Как видно из этой формулы, ВД с полностью заполненной переходной областью ( $\xi=1$ ) не создает внутри себя поля.

Кроме указанного эффекта, модель предсказывает еще один механизм, который мог сгенерировать дополнительную ЭДС в сети. Если ЛЭП поднималась в гору на высоту  $\Delta z$ , на таком участке за счет электрогравитационной поляризации могла возникнуть значительная разность потенциалов вдоль проводов

$$\Delta\varphi_2 = (1-\xi)\alpha_{cm}\eta_0 E_{0G} \Delta z \quad (18)$$

а также поперек проводов

$$U_a = (1-\xi)(\partial\alpha_c/\partial y)\Delta y \eta_0 E_{0G} \Delta z, \quad (19)$$

где  $(\partial\alpha_c/\partial y)$  — скорость изменения степени модификации в направлении поперек линии,  $\Delta y$  — расстояние между проводами. При  $\Delta z = 10$  м,  $\Delta y = 5$  м и  $(1-\xi)(\partial\alpha_c/\partial y) \approx 10^{-7}$  получаем наброс постоянного напряжения  $U_a = 5.7 \cdot 10^5$  В. Появление и исчезновение такого ЭДС должно было вызвать переходные процессы, которые также могли отключить автоматику.

### 3. Фотоионизация в теле ВД

Как уже говорилось выше, ВД не только разделяет ионы и концентрирует их в своей переходной зоне, но и является их источником за счет собственного УФ-излучения. Это излучение, согласно модели, возникает благодаря преобразованию ГС-волн, испускаемых Солнцем, в ЭМ-волны внутри тела ВД [5]. Считая, что ГС-волны на Солнце возникают благодаря обратному преобразованию (из ЭМ-волн в ГС-волны), можно оценить интенсивность свечения ВД, считая спектр излучения вакуумного домена солнечноподобным. Поток ионизирующего излучения от Солнца (с длиной волны менее 102.7 нм) составляет  $3 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/м}^2$  [33]. При энергии фотона  $10^{-18} \text{ Дж}$  это соответствует потоку порядка  $10^{15}$  фотонов/(с·м<sup>2</sup>). Для наиболее сильно поглощающейся части излучения с длинами волн в диапазоне 50—60 нм сечение поглощения составляет величину порядка  $\sigma = 10^{-21} \text{ м}^2$ , для остальной части оно на порядок — два меньше [34]. В условиях приземной атмосферы это излучение поглощается на

расстоянии порядка  $\ell_{\text{погл}} = 1/\sigma n_e \approx 10^{-4}$  м, где  $n_e = 2.69 \cdot 10^{25}$  м<sup>-3</sup> — число Лшмидта.

В случае, если полное преобразование ГС-волны в ЭМ-волну происходит на расстоянии  $\Delta x = \lambda/[a_c + a_\mu]$ , много большем, чем длина ослабления ионизирующего излучения  $\ell_{\text{погл}}$  (то есть при малой степени модификации вакуума:  $[a_c + a_\mu] \ll 5 \cdot 10^{-4}$ ), появившееся УФ-излучение распространяется не далее  $\ell_{\text{погл}}$  от места возникновения. Тогда можно приближенно описать интенсивность УФ-излучения внутри ВД формулой

$$I = I_0 (k[a_c + a_\mu] \ell_{\text{погл}})^2 / 2 = 2\pi^2 I_0 (\ell_{\text{погл}} / \Delta x)^2, \quad (20)$$

где  $k$  — волновое число [6]. Следовательно, при  $\ell_{\text{погл}} \ll \Delta x$  интенсивность УФ-облучения пропорциональна квадрату степени модификации вакуума.

В другом крайнем случае, при высоких степенях модификации ( $\Delta x \ll \ell_{\text{погл}}$ ;  $[a_c + a_\mu] > 5 \cdot 10^{-4}$ ) полное ГС-ЭМ-преобразование произойдет быстрее, чем свет успеет поглотиться. В этом случае средняя интенсивность УФ-излучения составляет половину от  $I_0 \exp(-x/\ell_{\text{погл}})$ , где  $x$  — расстояние от края ВД, и уже не зависит от  $[a_c + a_\mu]$ . Граница между двумя этими случаями определяется соотношением  $\ell_{\text{погл}} = \Delta x$ .

Пренебрегая действием поля и диффузии (при полном заполнении переходной зоны,  $\xi = 1$ ) при  $n_1 = n_2 = n$  получим из (12) уравнение

$$dn/dt = g - n/\tau - \alpha_- I - \alpha n^2 = 0 \quad (21)$$

где  $a_-$  — коэффициент фотоионизации,  $\alpha_- \approx 10^{-12}$  м<sup>3</sup>/с — эффективное сечение рекомбинации за счет парного соударения ионов разного знака. Согласно [35] этот механизм играет в убыли ионов в приземной атмосфере наибольшую роль. Учитывая, что  $a_- I = \eta(I/h\nu)/\ell_{\text{погл}}$ , где  $\eta$  — квантовый выход фотоионизации,  $h\nu$  — энергия фотона, с учетом (20), получим

$$\frac{\eta}{h\nu \lambda_{\text{погл}}} \cdot I_0 \frac{(k[a_c + a_\mu] \lambda_{\text{погл}})^2}{2} = \alpha n^2 \quad (22)$$

откуда

$$n = k \sqrt{\frac{\eta \lambda_{\text{погл}}}{2h\nu \alpha}} \cdot I_0 [a_c + a_\mu] \quad (23)$$

Таким образом, при малой степени модификации вакуума равновесная концентрация ионов внутри ВД прямо пропорциональна степени модификации вакуума.

В случае высоких степеней модификации

$$\frac{\eta}{2h\nu \lambda_{\text{погл}}} \cdot I_0 \exp\left\{-\frac{x}{\lambda_{\text{погл}}}\right\} = \alpha n^2 \quad (24)$$

откуда

$$n = \sqrt{\frac{\eta I_0}{2h\nu \alpha \lambda_{\text{погл}}}} \cdot \exp\left\{-\frac{x}{2\lambda_{\text{погл}}}\right\} \quad (25)$$

Следовательно, при высоких степенях модификации концентрация ионов не зависит уже от степени модификации, и наблюдается экспоненциальный спад концентрации по мере увеличения расстояния до края ВД  $x$ . Все УФ-излучение при этом поглощается вблизи границы ВД на расстоянии порядка  $\ell_{\text{погл}}$ , а в центральные области оно уже не доходит — там ионизация определяется рентгеновским и гамма-излучением ВД.

Исходя из оценки потока УФ-фотонов в ВД  $10^{16}$  фотонов/(с · м<sup>2</sup>) при квантовом выходе  $\eta = 0.01$  и высокой степени модификации получим поток ионов  $\eta(I/h\nu) \approx 10^{13}$  ионов/с на 1м<sup>2</sup> поверхности ВД. При  $\ell_{\text{погл}} = 10^{-3}$  м это дает объемный источник ионов мощностью  $g = (I/h\nu \ell_{\text{погл}}) \approx 10^{16}$  ионов/(с · м<sup>3</sup>). Тогда из (25) можно оценить предельную концентрацию ионов, достижимую в теле ВД за счет фотоионизации:  $n = 10^{14}$  м<sup>-3</sup> при  $\ell_{\text{погл}} = 10^{-3}$  м. Заметим, что эта концентрация достижима лишь в очень узком слое на границе ВД.

4. Количественные оценки ПСО-ВД, способные вызвать катастрофу в энергосети

Оценим параметры ПСО-ВД, которое может вызвать энергетическую катастрофу. Для замыкания ЛЭП, необходимо, чтобы ток  $J$ , текущий по проводам, весь мог пройти через воздух. Исходя из формулы

$$J = nquES, \quad (26)$$

оценим концентрацию ионов в воздухе  $n$  и сечение замыкания  $S$ , необходимые для этого. При мощности  $P = JU = 3 \cdot 10^8$  Вт (именно такая мощность шла по ЛЭП, замыкание на которой привело к известной энергетической катастрофе в США в августе 2003 г.), и напряжении  $U = 500$  кВ, получаем силу тока  $J = P/U = 600$  А. Напряженность поля между фазными проводами  $E$  определяется напряжением на ЛЭП и расстоянием между проводами:  $E \approx 5 \cdot 10^5/5 = 10^6$  В/м.

Согласно [35], вблизи источников ионизации наиболее часто встречаются легкие и средние ионы, причем преобладают легкие. Их подвижность  $u = 10^{-6} - 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/(В · с). Тогда, предполагая, что переходная зона ВД была полностью заполнена ( $n = n_{\text{max}}$ ), можно оценить сечение замыкающего переходного слоя  $S = l \cdot h$ , где  $l$  — длина слоя вдоль ЛЭП.

$$n_{\text{max}} S = 6.3 \cdot 10^{18} \times \text{grad } a_c S = J/(quE) \quad (27)$$

Учитывая, что  $\text{grad } a_c = a_{\text{cm}}/h$ , получим

$$6.3 \cdot 10^{18} \times a_{\text{cm}} l = J/(quE), \quad (28)$$

откуда

$$a_{\text{cm}} l = 5 \cdot 10^{12} \text{ м}. \quad (29)$$

При  $l = 5$  км получаем  $a_{\text{cm}} = 0.1$  ПСО-ВД такого размера уже описаны в литературе [1], но все же как его размер, так и степень модификации, требуемая для короткого замыкания, являются исключительными.

Необходимо отметить, что приведенная выше оценка является завышенной, так как в ней не было учтено испускание электронов проводами под действием разряда и образование вторичных электронов. Поэтому в реальных условиях можно ожидать снижения критических параметров в (29) на порядок-два.

5. Другие проявления холодной плазмы

Роль холодной плазмы в природе до сих пор обстоятельно не оценивалась, так как само ее существование длительное время считалось физически невозможным, несмотря на наличие достаточного количества ее наблюдений [1,2]. Между тем, как следует из (15), уже при достаточно малых значениях  $\text{grad } a_c = 10^{-10}$  м<sup>-1</sup> в переходных зонах ВД может формироваться избыточная концентрация ионов, превышающая фоновые значения. Таким образом, ВД с обширными переходными зонами могут рассматриваться как источник дополнительной ионизации в атмосфере (а также в жидкой и твердой фазах геоферы). Наиболее важным явлением, на которое может влиять такая ионизация, является образование осадков.

Согласно [36] давление насыщенного пара над поверхностью заряженного ядра конденсации уменьшается с ростом ее заряда. Поэтому зарядка ядер конденсации способствует пересыщению пара и усиливает процесс его конденсации. При этом для получения дополнительного пересыщения, достаточного для увеличения концентрации капель на несколько процентов, на ядрах радиусом порядка 0.1 мкм необходимо создать заряд  $Z \approx 300e$ , а на ядрах радиусом 0.05 мкм — заряд  $Z \approx 75e$  [37]. Как указывают авторы этой работы, равновесный заряд ядра конденсации зависит не от плотности плазмы, а от отношения подвижностей положительных и отрицательных носителей заряда  $u_+/u_-$ . Заметим, что в случае холодной плазмы, где заряды одного знака представлены ионами, а заряды другого знака связаны с МФ (их подвижность

равна нулю), реализуется ситуация, наиболее благоприятная для быстрой зарядки ядер конденсации. Таким образом, переходные зоны ВД можно рассматривать как зоны ускоренной конденсации водяного пара.

Такая постановка вопроса позволяет рассматривать усиление облакообразования над сейсмическими разломами [14, 38] как проявление повышенной степени модификации вакуума вблизи разломов, а не только как следствие их аэрозольной активности.

Заметим, что МФВ образует холодную плазму не только в воздухе, но увеличивает концентрацию носителей заряда и в жидкостях (где они могут быть центрами кристаллизации, свободными радикалами и т. п.). Интересно, что эта особенность МФВ издавна использовалась моряками для предсказания штормов — для этого проводились наблюдения над образованием или растворением кристаллов в метастабильном растворе селитры, камфоры в этаноле (тест «штормглас»): обычно перед штормами кристаллообразование усиливалось, а в хорошую погоду кристаллы растворялись. В дальнейшем был открыт целый ряд других метео- и гелиочувствительных физико-химических тестов (тесты Бортельса и Пиккарди, унитоловый тест и др.) [19]. Во всех случаях в качестве причины изменения скорости химических реакций, скорости осаждения осадка, кристаллизации указывается изменение концентрации свободных радикалов либо центров кристаллизации в жидкости. Понятно, что в случае проникновения переходного слоя ВД сквозь жидкость появление связанных зарядов МФВ стабилизирует свободные радикалы, присутствующие в жидкости, в результате их концентрация увеличивается. В таком случае именно модифицированный физический

вакуум выступает в роли космофизического фактора, влияющего на тест-системы.

### 6. Возможные средства наблюдения ПСО

Все вышесказанное ставит на повестку дня вопрос о создании службы наблюдения за появлением и перемещением крупных ПСО. Технически невозможно повлиять на эти процессы, как нет возможности заставить повернуть ураган, поэтому необходимо наблюдение таких объектов. Как показали длительные исследования ПСО, наиболее надежно регистрируемым их свойством является наличие необычных вариаций магнитного поля [1–4], поэтому большую роль в работе такой службы может сыграть создание густой магнитометрической сети. После недавнего появления недорогих диагностических магнетометров и развития средств связи не будет слишком дорогой мерой [39].

Кроме того, известно, что ПСО часто дают радарные засечки. Возможно использование радарной сети для их регистрации (известно, что первыми заказчиками на изучение темы ПСО были военные, которые были обеспокоены наблюдаемыми радарными системами «ложными целями», зачастую километровой размера и с необычным поведением). Также полезную информацию может дать сеть ионосферных станций; согласно работе [30], облака ионизованного газа большого размера дают характерный отклик в ионосфере. Над ними в E-слое возникают аномалии критической частоты, а южнее их места локализации наблюдается двухполюсная структура: в одном месте критическая частота слоя  $F_2$  понижается, в другом повышается.

### Выводы

1. Электрогравитационная поляризация в вакуумном домене с постепенным нарастанием степени модификации в пространстве создает условия для накопления холодной плазмы в переходном слое ВД.
2. Крупные природные самосветящиеся образования способны оказывать значительные воздействия на энергосистемы. Как показал проведенный анализ, отключение энергосети может быть вызвано воздействием ПСО–ВД 5 км в поперечнике со степенью модификации вакуума  $a_0 \approx 10^{-1}$ .
3. Холодная плазма ВД способна усиливать процессы конденсации водяного пара, а также влиять на концентрацию свободных радикалов и центров конденсации в жидкостях. Модифицированный физический вакуум является космофизическим фактором, влияющим на гелиочувствительные тест-системы.
4. Для наблюдения за возникновением и перемещением крупных ПСО–ВД необходимо создать службу наблюдения. Важную роль при этом будет играть использование систем радиолокации и создание густой магнитометрической сети на основе дешевых современных приборов. Также полезными могут оказаться данные наблюдений ионосферных станций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев А.Н. Природные самосветящиеся образования. — Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1998. — 243 с. — (Серия «Проблемы неоднородного физического вакуума»).
2. Дмитриев А.Н. Террокосмические сияния Горного Алтая. — Новосибирск, 1988. — 39 с. (Препр./ ИГиГ СО АН СССР; №2).
3. Плазмообразование в энергоактивных зонах / Дмитриев А.Н., Похолоков Ю.П., Протасевич Е.Т., Скавинский В.И. — Новосибирск: СО РАН, ОИГГиМ, 1992. — 212 с.
4. Кабанов М.В., Сальников В.Н., Шитов А.В. Динамика электромагнитных полей ат-мосферно-литосферного происхождения в Сибири // Региональный мониторинг атмосферы. Часть 4. Природно-климатические комплексы. Томск, МГП «РАСКО», 2000. — С.110—163.
5. Дятлов В.И. Поляризационная модель неоднородного физического вакуума — Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1998. — 184 с. — (Серия «Проблемы неоднородного физического вакуума»)
6. Геоэдварс А.Ю. Механизмы воздействия электромагнитных полей на биологические объекты с позиций модели неоднородного модифицированного физического вакуума // Наука, культура, образование — Вып. 13/14. — Горно-Алтайск; Париж, 2003 — С. 126—129.
7. Крылов С.М. О вихревой динамической гравитации геофизического происхождения // Сейсмические приборы. — 1999. — Вып. 9. — С. 80—94.
8. Winckler J.R., Lions W.A., Nelson T.E., Nemzek R.J. New high-resolution ground-based of sprites // J. Geophys. Res. D. — 1996.—101, №3. — Н/6997—7004.
9. Jones H.L. The tornado pulse generator. // Weatherwise, v.18, №2, 1965.— Pp.78—79,85.
10. Vonnegut B. and Meyer J.R. Luminous phenomena accompanying tornadoes // Weatherwise, v.19, №2, 1966. — Pp.66—68.
11. Моргунов В.А. Электрические явления, предшествовавшие Шикотанскому землетрясению и его афтершоком // Докл. РАН, 1998, т.359, №1. — С.102—105.
12. Dmitriev A.N., Dyatlov V.L., Litasov K.D. Physical model of kimberlite pipes formation: new constraints from theory of non-homogenous physical vacuum // 7-th Intern. Kimberlite Conf. (Cape Town, South Africa, 13—17 April, 1998). — P.196—198.
13. Newitt L.R., M.Mandea, L.A. McKee and Orgeval J.J. Recent acceleration of the North Magnetic Pole Linked to magnetic jerk EOS, Transactions AGU. 2002. — V.83. — Pp.385—389.
14. Абрамов В.А. Смерчи над Владивостоком // Вестник ДВО РАН, 1998, №2. С.3—22.

15. *Дмитриев А.Н., Шитов А.В.* Техногенные воздействия на природные процессы Земли. Новосибирск: Издат. дом «Манускрипт», 2003. — 140 с.

16. *Иванов-Холодный Г.С.* Солнечная активность и геофизические процессы // *Земля и Вселенная*, №1, 2000. — С.30—36.

17. *Nishimura S., Katsura J.* Radon in soil gas: applications in exploration and earthquake prediction // *Geo-chemistry of gaseous elements and compounds*. Theophrastus Publ., Athens, 1990. — P.497—533.

18. *Застенкар Г.Н., Зеленый Л.М.* Солнечные магнитные облака атакуют Землю // *Земля и Вселенная*, №5, 1999. — С.46—55.

19. *Кисловский Л.Д.* О роли воды в первичных механизмах воздействия гелиогеофизических факторов на простейшие модели живых систем. — В кн.: *Электромагнитные поля в биосфере*. — М.: Наука, 1984. — Т. 1. — С. 240—245.

20. *Дмитриев А. Н.* Планетофизическое состояние Земли и жизнь // *Вестник МИКА*. — Новосибирск, 1997. — Вып. 4. — С. 45—54.

21. *Анисимов С.В., Мареев Е.А.* Аэроэлектрические структуры в атмосфере // *ДАН*, 200, т.371, №1. — С.101—104.

22. *Бузевич А.В., Дружин Г.И., Фирстов П.П., Вершинин Е.Ф., Смирнов С.Э., Филимонов В.И.* Гелиогеофизические эффекты, предвещающие Кроноцкое землетрясение 5 декабря 1977 г. — предвестники, особенности, последствия. Петропавловск-Камчатский, 1998. — С.177—188.

23. *Исаев Н.В., Серебрякова О.П.* Электромагнитные и плазменные эффекты сейсмической активности в ионосфере Земли // *Химическая физика*, Т.19, № 16. — 2000. — С.64—70.

24. *Литинский И.Б.* Предвестники подземных бурь. М.: 1988. — 128 с.

25. *Луев В.И.* Литоплазмы — новый канал взаимной связи литосферы и атмосферы // *Непериодические быстропротекающие явления в окружающей среде* (Тез. докл. II-ой Всесоюзной междисциплинарной научно-технической школы-семинара 18—24 апреля 1988 г.). Томск, 1988. — С.57—58.

26. *Летников Ф.А.* Синергетика среды обитания человека. // *Земля и Вселенная*, 1998, №5. — С.17—25.

27. *Руденко О.П.* Оперативные предвестники землетрясений в электричестве приземной атмосферы // *Вулканология и сейсмология*, №4, — 2000. — С. 57—68.

28. *Дмитриев А.Н.* Геоэнергетические проблемы Горного Алтая // Республика Алтай (Алтай — золотые горы): Материалы II международного симпозиума. — Горно-Алтайск, 2001. — С. 114—121.

29. *Лаврентьев М.М., Дятлов В.Л., Гвоздарев А.Ю.* О механизме возникновения аномального ускорения АМС «Пионер-10/11» // *Большая медведица* (Интернет-публикация: <http://pulse.webservis.ru/Science/Ether/Pioneer10/>)

30. *Пулинец С.А., Хегай В.В., Боярчук К.А., Ломоносов А.М.* Атмосферное электрическое поле как источник изменчивости ионосферы // *УФН*. — 1998. — Т. 168, № 5. — С. 582—589.

31. *Епифанов Г.И.* Физические основы микроэлектроники. — М.: Советское радио, 1971. — 376 с.

32. *Боярчук К.А., Кононов Е.А., Ляхов Г.А.* Радиолокационное обнаружение областей локальной ионизации в приземных слоях атмосферы // *Письма в ЖТФ*. — 1993. — Т. 19, вып. 6. — С. 67—73.

33. *Магнитосферно-ионосферная физика: Краткий справочник*. — СПб.: Наука, 1993. — 184 с.

34. *Ришбет Г., Гарриот О.К.* Введение в физику ионосферы. — Л.: Гидрометеиздат, 1975. — 304 с.

35. *Боярчук К.А.* Кинетика элементарных ионов в нижней атмосфере, подверженной действию ионизирующего излучения // *Известия АН. Физика атмосферы и океана*. — 1997. — Т. 33, № 2. — С. 236—240.

36. *Леонтович М.А.* Введение в термодинамику. Статистическая физика. — М.: Наука, 1983. — 316 с.

37. *Григорьев В.П., Протасевич Е.Т.* Использование электромагнитного излучения и плазмы для решения экологических проблем. — Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 1998. — 204 с.

38. *Бибикина Т.П., Проскурякова Т.А., Журба Е.В., Алексеев В.А.* Уточнение мест тектонических разломов по натурным измерениям облачности // 3-я Всероссийская научная конференция «Физические проблемы экологии (Экологическая физика)» (22—24 мая 2001 г., Москва). — Тезисы докладов. — Москва, МГУ, 2001. — С. 120.

39. *Любимов В.В.* Диагностические магнитометры для проведения электромагнитного мониторинга в условиях города и современные методы и средства индивидуально-массовой визуализации его результатов: Обзор. Препринт № 6 (1116). — М.: ИЗМИРАН, 1998. — 20 с.

## ГИПЕРКОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА РАНГА ДВА В ТЕОРИИ ФИЗИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Г. Г. Михайличенко — д. ф-м. а., профессор ГАГУ, г. Горно-Алтайск

Гиперкомплексные числа ранга два как элементы двумерной алгебры с единицей задаются выражением  $z = x + yi$ , где  $x, y$  — действительные числа, а  $i$  — мнимая единица. Сложение обычное, а умножение, связанное со сложением законом дистрибутивности, определяется квадратом мнимой единицы:  $i^2 = a + bi$ . Соответствующим выбором базиса алгебры он преобразуется к виду  $i^2 = \varepsilon$ , где  $\varepsilon = 0, \pm 1$ . В случае  $\varepsilon = -1$  имеем обычные комплексные числа, а в случаях  $\varepsilon = +1$  и  $\varepsilon = 0$  — двойные и дуальные. Гиперкомплексные числа ранга два коммутативны и ассоциативны, но деление, как операция, обратная умножению, однозначно определено только для комплексных чисел, в то время как двойные и дуальные числа содержат делители нуля, то есть такие ненулевые числа, произведение которых равно нулю. Однако это их свойство оказывается несущественным в теории физических структур.

Обратимся к классификации двумерных геометрий как физических структур на одном множестве [1] и выделим в ней три, для которых метрические функции  $f(ij)$  как функции пары точек  $\langle ij \rangle$  задаются выражениями:

$$\left. \begin{aligned} f(ij) &= [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2] \exp(2\gamma \arctg \frac{y_i - y_j}{x_i - x_j}), \\ f(ij) &= [(x_i - x_j)^2 - (y_i - y_j)^2] \exp(2\beta \operatorname{ar}(c) \operatorname{th} \frac{y_i - y_j}{x_i - x_j}), \\ f(ij) &= (x_i - x_j)^2 \exp(2 \frac{y_i - y_j}{x_i - x_j}), \end{aligned} \right\}$$

где  $\gamma > 0$ ;  $\beta > 0$  и  $\beta \neq 0$ , то есть плоскость Гельмгольца, псевдогельмгольцеву и дуальногельмгольцеву плоскости. Все эти функции можно записать единообразно с помощью трёх упомянутых выше типов гиперкомплексных чисел ранга два:

$$f(ij) = (z_i - z_j) \overline{(z_i - z_j)} \exp(2\gamma \arg(z_i - z_j)),$$

где  $z = x + yi$ ,  $\bar{z} = x - yi$ , причём  $\gamma > 0$  и  $\arg z = \arctg(y/x)$  для плоскости Гельмгольца, когда  $i^2 = -1$ ;  $\gamma > 0$ ,  $\gamma \neq 1$  и  $\arg z = \operatorname{ar}(c) \operatorname{th}(y/x)$  для псевдогельмгольцевой плоскости, когда  $i^2 = +1$ ;  $\gamma = 1$  и  $\arg z = y/x$  для дуальногельмгольцевой плоскости, когда  $i^2 = 0$ .

Гиперкомплексные числа ранга два появляются также при классификации двуметрических физических структур как геометрий двух множеств [2], когда паре точек из разных множеств сопоставляются два числа. Например, двуметрическая физическая структура ранга (3,2) на двумерном и четырёхмерном многообразиях может зада-