УДК 537.22

Атмосферное электричество как проявление электрического взаимодействия Земли и Солнца с космосом

Л. А. Похмельных
Компания ЭЛАТ, г. Мехико, Мексика

Модель атмосферного электричества построена на представлении о неполной прозрачности материи для электростатического поля. Из модели следует, что в космосе существуют волны плотности заряда и/или массы, в которых Земля и Солнце перезаряжаются объемно. Поле E атмосферы отражает текущую разность потенциалов между Землей и космосом. Заряд Земли создает геомагнитное поле. Отрицательное заряжение грозовых облаков происходит при конвекции отрицательно заряженного воздуха. Через ток Земля—космос и процесс гидратации ионов происходит циклическое воздействие космических волн на термический баланс атмосферы и климат. На основании этого построена технология коррекции погоды ЭЛАТ. Современный рост температуры атмосферы может быть следствием инжекции ионов с сетей высоковольтных ЛЭП.

В 1922 г. К. Вильсоном [1] было высказано предположение о том, что заряженность атмосферы поддерживается грозами. На основе предположения была создана и до настоящего времени существует так называемая грозовая модель атмосферного электричества, согласно которой грозы на Земле работают как источники тока, включенные параллельно в электрическую цепь, проходящую через стратосферу, атмосферу в областях хорошей погоды и земную поверхность [2].

В 2003 г. в Версале состоялась 12-я международная конференция по атмосферному электричеству. В ее программе, как и 50 лет назад на первых конференциях, стоят все те же проблемы грозовой модели: электричество хорошей погоды, электризация гроз, глобальная электрическая цепь. Факт неизменности набора нерешенных проблем все более приближает нас к пониманию ошибочности исходной гипотезы и грозовой модели.

В размышлениях о возможных путях преодоления проблем атмосферного электричества Дж. Чалмерс в 1967 г. в своей монографии [2] отметил: "Применение законов электричества, а особенно законов электростатики, к явлениям в атмосфере нуждается в очень далекой экстраполяции явлений малого масштаба, для которых эти законы были экспериментально установлены. Однако такая экстраполяция для атмосферы всей Земли может оказаться неоправданной".

Позднее это замечание нашло подтверждение в модели атмосферного электричества, построенной на предположении об ослаблении электростатического поля (ЭП) материей [3—6]. В этой альтернативной модели электричество атмосферы выступило как часть электрической цепи космическая среда—Земля. Продуктивность модели (ниже будем называть ее космоземной) выразилась в создании на ее основе технологии коррекции погоды методом ионизации атмосферы [7, 8], с 1999 г. демонстрирующей статистически значимые положительные результаты при увеличении осадков во внутренних засушливых штатах Мексики.

В данной работе излагаются решения общей и частных проблем атмосферного электричества, как они представляются в логике космоземной модели. Параллельно для сравнения приводится краткая информация о решении тех же проблем в рамках грозовой модели.

Уравнения электростатики с учетом ослабления ЭП-материей

Законом Кулона неявно постулируется абсолютная прозрачность материи для ЭП. Это следует из записи закона, в которой отсутствует параметр, описывающий толщину слоя материи между взаимодействующими зарядами. Постулат не приводит к заметным противоречиям с практикой в лабораторных масштабах, однако вопрос о его справедливости при дистанциях между зарядами в атмосфере и земной массе порядка нескольких километров остается открытым. При своем существовании эффект ослабления ЭП должен усиливаться с утолщением слоя материи между взаимодействующими зарядами и в наи-

© Похмельных Л. А., 2003

большей степени проявляться в физических системах большого масштаба, т. е. в областях атмосферного, внутриземного и космического электричества.

При ослаблении ЭП материей зависимость напряженности E поля точечного заряда Q от расстояния r в среде с плотностью массы ρ приобретает вид

$$E(r) = (4\pi\varepsilon_o)^{-1}\, Qr^{-2}\exp(-\rho r/\chi), \qquad (1)$$

где ε_o — электрическая постоянная;

χ — константа ослабления ЭП.

Здесь и ниже диэлектрическая проницаемость среды ε для упрощения записи положена равной единице. Зависимость (1), как видно, переходит в классическую при $\rho r << \chi$ или при χ.

Ниже приводятся следствия и количественные соотношения, вытекающие из (1).

Как известно, в случае абсолютной прозрачности материи для ЭП избыточные свободные заряды проводящего тела вследствие взаимного отталкивания должны концентрироваться на поверхности независимо от размеров тела. При конечности коэффициента ослабления ЭП материей и при размерах тела $L_b > \chi/\rho_b$ (назовем такое тело массивным), где ρ_b — средняя плотность массы тела, поверхностные заряды, расположенные на одной стороне тела, из-за быстрого спада напряженности ЭП испытывают ослабленное отталкивающее действие зарядов противоположной стороны. При все большем увеличении размеров тела сила, выталкивающая заряды на поверхность, стремится к нулю, и возникают условия, когда носителям зарядов энергетически выгоднее располагаться в объеме. Ввиду этого помещение первоначально незаряженного электрически проводящего тела в протяженную объемно заряженную среду с плотностью массы ρ_o и размерами $L_o >> \chi/\rho_o$ будет сопровождаться индукцией на его поверхности поверхностного заряда, по знаку противоположного заряду среды, а в объеме тела должен возникнуть объемный заряд со знаком заряда среды. После нейтрализации поверхностного заряда током проводимости тело в равновесном состоянии окажется заряженным.

Это качественное заключение приводит к необходимости использовать при развитии теории электрического взаимодействия протяженных сред и тел аналитические соотношения, выведенные для объемно заряженных сред с учетом ослабления ЭП [6, 9, 10]. Основная часть их без выводов приводится ниже.

Напряженность поля E на плоской поверхности бесконечного полупространства с плотностями заряда q и массы ρ, вычисляемая интегрированием напряженностей полей всех объемных зарядов бесконечного полупространства с учетом (1), равна

$$E = (4\pi\varepsilon_o)^{-1}\,\pi\,\chi\,(q/\rho). \qquad (2)$$

С учетом (2) напряженность ЭП на плоской границе двух бесконечных полупространств 1 и 2 с плотностями зарядов q_1, q_2 и масс ρ_1, ρ_2

$$E_{1,2} = (4\pi\varepsilon_o)^{-1}\,\pi\chi\,[(q_1/\rho_1) - (q_2/\rho_2)]. \qquad (3)$$

Электродинамическое равновесие на границе двух бесконечных объемно заряженных полупространств, определяемое условием $E_{1,2} = 0$, достигается при условии

$$q_1/\rho_1 = q_2/\rho_2\,. \qquad (4)$$

Соотношение (4) определяет также плотность объемного заряда в произвольном электрически проводящем массивном теле, находящемся в электродинамическом равновесии с протяженной объемно заряженной средой.

Разность потенциалов между точками, находящимися в двух бесконечных полупространствах с параметрами q_1, q_2, ρ_1, ρ_2 вдали от границы их раздела, определяемая работой по перемещению единичного заряда между точками, равна

$$\varphi_1 - \varphi_2 = (4\pi\varepsilon_o)^{-1}\pi\chi^2\left(\frac{1}{\rho_1}+\frac{1}{\rho_2}\right)\left(\frac{q_1}{\rho_1}-\frac{q_2}{\rho_2}\right). \qquad (5)$$

Соотношения (2—5) справедливы при вычислении плотностей заряда и массы интегрированием их в объеме радиусом не менее чем радиус ослабления ЭП r_o (радиус, в пределах которого ЭП ослабляется материей в e раз), определяемый условием

$$r_o = \chi/\rho. \qquad (6)$$

При ослаблении ЭП материей электростатическое уравнение Максвелла переходит в более общее [10]

$$\mathrm{Div}\,E = (4\rho\varepsilon_o)^{-1}\,4\pi(q_d - q_o), \qquad (7)$$

где q_d, q_o — плотности заряда в объеме дивергенции и окружающей среде.

Электрическое состояние Земли и ее взаимодействие с космической средой

В работах [6, 10] приведены способы расчета величины константы ослабления ЭП материей χ. Они приводят к значению

$$\chi = 4{,}5 \pm 0{,}5\cdot 10^2\ \text{кг/м}^2. \qquad (8)$$

Значение константы (8) соответствует ослаблению однородного ЭП в e раз за слоем воды

толщиной 0,45 м. Оно соответствует такому же ослаблению ЭП за протоном в пределах его радиуса $r_p \approx 10^{-15}$ м.

Соотношение (6) с учетом (8) позволяет оценить радиусы ослабления r_o в различных средах. В частности, в недрах Земли при $\rho_E = 5{,}5 \cdot 10^3$ кг/м^3 — 8 см; в нижней атмосфере при $\rho_a = 1{,}3$ кг/м^3 — 350 м; в космической среде при $\rho_s = 10^{-21}$ кг/м^3 — 10^{23} м.

Существование в атмосфере Земли вертикального ЭП, которое соответствует расположению отрицательных зарядов у земной поверхности, а также значения r_o требует считать нашу планету объемно заряженным шаром. (Согласно классической электродинамике и грозовой модели заряд земного шара — поверхностный).

Ввиду (5) постепенное изменение с высотой напряженности поля и потенциала в атмосфере соответствует плавному изменению в ней отношения плотностей объемного заряда и массы q_a/ρ_a от внутриземного значения до значения в космической среде. Как будет показано ниже, величина отношения в космической среде значительно меньше, чем в Земле, поэтому знак объемного заряда в нижней атмосфере должен быть отрицательным. (В логике грозовой модели заряд атмосферы — положительный, равный поверхностному отрицательному заряду Земли.)

Использование зависимости (3) для ЭП вблизи земной поверхности и учет средней по земной поверхности его напряженности $E = 130$ В/м позволяют оценить плотность отрицательного объемного заряда в земных недрах

$$|q_E| > (4\pi\varepsilon_o)\pi^{-1} E_a \rho_e \chi^{-1} = 5{,}6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^3. \quad (9)$$

Знак неравенства обусловлен тем, что при отрицательной заряженности нижней атмосферы ЭП у поверхности состоит из двух компонент: одна — создается объемными и поверхностными зарядами приповерхностного слоя Земли, другая — зарядами приземного воздуха, причем направления векторов компонент полей двух сред противоположны.

Представление о существовании в земном шаре объемного заряда и его плотность (9) позволяют по-новому интерпретировать причину существования дипольного геомагнитного поля. Действительно, при суточном вращении Земли ее объемный заряд должен формировать кольцевой ток и, следовательно, дипольный магнитный момент. Использование выражения для магнитного момента M шара радиусом R, объемно заряженного с плотностью q, вращающегося вокруг своей оси с периодом T,

$$M = \frac{8}{15} \pi^2 R^5 T^{-1} q \quad (10)$$

и применение его к Земле (10) приводит к значению геомагнитного момента M_E

$$M_E > 3{,}6 \cdot 10^{22} \text{ А/м}^2 .$$

Сравнение этого результата с фактическим значением $M_E = 8{,}3 \cdot 10^{22}$ А/м^2 позволяет заключить, что дипольное магнитное поле Земли является следствием объемной заряженности земных недр отрицательным зарядом. (В настоящее время для объяснения существования геомагнитного диполя используется гипотеза о гидромагнитном динамо [11].)

Современная величина и полярность геомагнитного диполя соответствуют объемному заряду Q_E планеты

$$Q_E = V_E \rho_E = -1{,}4 \cdot 10^{14} \text{ Кл}, \quad (11)$$

где V_E — объем Земли. (В грозовой модели поверхностный заряд Земли $Q_E = -5{,}7 \cdot 10^5$ Кл.)

Ввиду (4) недипольные компоненты геомагнитного поля должны рассматриваться как свидетельство неоднородной плотности массы земных недр.

В логике модели известные вариации геомагнитного диполя в истории Земли и его неоднократные переполюсовки в геологическом прошлом [12] отражают изменения во времени объемного заряда земного шара по величине и знаку. В частности, современное вековое уменьшение геомагнитного момента должно интерпретироваться как многолетний процесс нейтрализации отрицательного объемного заряда Земли, приобретенного в прошлом, током проводимости через атмосферу под действием разности потенциалов между Землей и космической средой. Современная скорость уменьшения геомагнитного момента [13]

$$\frac{dM}{dt} M_E^{-1} = 7 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$$

соответствует электрическому току через атмосферу

$$I_a = Q_E \frac{dM_E}{dt} M_E^{-1} = 3{,}1 \cdot 10^3 \text{ А}. \quad (12)$$

(Оценки тока на основе измерений лежат в пределах $(1{,}4 - 2) \cdot 10^3$ А [2]).

Учет более высокой чувствительности методов измерения геомагнитного поля позволяет считать, что значение тока (12) более достоверно. Зависимость (12) позволяет вычислять вариации атмосферного тока в прошлом Земли на основе палеомагнитных измерений.

Ввиду (11) и (12) характерное время разрядки Земли τ_E током через атмосферу I_a

$$\tau_E = Q_E / I_a = 1{,}43 \cdot 10^3 \text{ лет}. \quad (13)$$

(В грозовой модели $\tau_E = Q_E/I_a = 4 \cdot 10^2$ с. Такое значение приводит к необходимости поиска в атмосфере генераторов атмосферного электричества.)

Ввиду (5) вариации разности потенциалов между Землей и космической средой возможны только при изменении отношения параметров q_s/ρ_s космической среды. Таким образом, факт неоднократных переполюсовок геомагнитного диполя в прошлом Земли приводит к выводу об отсутствии электрической нейтральности Земли относительно космической среды, а также о существовании в космосе вариаций (или волн) параметра q_s/ρ_s. (В грозовой модели постулируется, что Земля с атмосферой в целом электрически нейтральна и находится в электрическом равновесии с электрически незаряженной космической средой).

Космоземная модель не нуждается в генераторах атмосферного электричества, расположенных в атмосфере. В ее логике современная разность потенциалов между земной поверхностью и космической средой является результатом заряжения Земли сотни или тысячи лет назад током Земля — космическая среда при другом значении потенциала космической среды. Мы живем в эпоху, когда Земля разряжается.

При перезарядках Земли, в частности при ее современной разрядке, ЭП и электрический ток земной атмосферы отличны от нуля в диапазоне высот от земной поверхности и по меньшей мере до внешней границы магнитосферы (согласно грозовой модели он ограничивается высотами стратосферы).

Электрический ток через атмосферу является током переразрядки планеты, током выравнивания ее потенциала с потенциалом космической среды, током, приближающим Землю к равенству (4) значений параметра q/ρ в земных недрах и космосе. В приполярных областях, где магнитные силовые линии разомкнуты, ток между Землей и космической средой течет радиально и сопровождается высыпанием в атмосферу ускоренных ионов.

На умеренных и низких широтах ток проходит через магнитосферу, предварительно наполняя ее объемным зарядом до эквипотенциальности магнитных оболочек и создавая кольцевые токи вокруг планеты в скрещенных геомагнитном и радиальном электрическом полях. При происходящих в солнечном ветре суточных и спорадических деформациях магнитосферы эквипотенциальность нарушается, объемные заряды перераспределяются и часть ионов высыпается в атмосферу в основном из внешних магнитных оболочек, что сопровождается авроральными свечениями.

В областях хорошей погоды суточные и унитарные вариации ЭП атмосферы в логике модели обусловлены различием ионизованности атмосферы на дневной и ночной полусферах Земли над континентами и океанами в различные фазы коротковолновой солнечной активности.

Согласно модели отрицательное заряжение нижней части грозовых облаков является следствием вертикального конвективного прохождения отрицательно заряженного воздуха тропосферы сквозь фильтр жидкой фазы облачной среды с концентрацией на ней зарядов. Верхний положительный заряд имеет индукционное происхождение.

Как видно, в отличие от грозовой модели процесс заряжения гроз предстает следствием электрической заряженности атмосферы, а не его первопричиной.

Знак заряжения нижней части грозовых облаков свидетельствует о том, что по крайней мере до высот их нижних границ (0,8—1,5 км) тропосфера заряжена отрицательно. Переход от отрицательного знака заряда к положительному с высотой в свободной атмосфере может происходить только при положительном значении потенциала космической среды. В 60-х годах переход, по-видимому, реализовался на высотах ниже 3 км. Об этом свидетельствует прямая регистрация положительного объемного заряда на этих высотах в свободной атмосфере, выполненная с самолета в те годы [14]. (В логике модели косвенные методы оценки объемного заряда в атмосфере, основанные на использовании уравнения Пуассона, ввиду зависимости (7) не приводили к правильным результатам.)

Известно, что напряженность ЭП под грозовым облаком у земной поверхности непосредственно перед разрядом молнии всегда примерно на порядок ниже пробивного значения воздуха. В логике космоземной модели это является прямым следствием ослабления ЭП зарядов облака подоблачным слоем атмосферы. (В грозовой модели этот факт не находит непротиворечивой интерпретации [2].)

Связь атмосферного электричества с термодинамикой атмосферы

Причины современного потепления климата на Земле остаются предметом дискуссий, что отражает непонятость причинно-следственных связей в цепи формирования теплового баланса атмосферы. В настоящее время не вызывает сомнений, что по своему нахождению источники воздействия на атмосферу могут быть разделены на две группы. Одна из них находится за пределами атмосферы, другая — у земной поверхно-

сти. Существование первой проявляется в корреляциях колебаний климата с пятнообразовательной активностью Солнца [8], а также облачного покрытия земного шара с космическими потоками ионов [1, 15]. Со второй обычно связывают наблюдаемое глобальное потепление атмосферы, относя его к следствиям парникового эффекта.

В работе [6] на основе данных работы [15] было высказано мнение, что влияние и космических, и искусственных источников на тепловой баланс атмосферы может идти через ионы как главные центры конденсации в атмосфере. Позднее [8] это позволило аналитически выразить зависимость мощности тепла конденсации P_c, выделяющегося в вертикальном столбе атмосферы единичного сечения, от плотности вертикального атмосферного тока проводимости j_a в виде

$$P_c = m_{\max} R_c e_i^{-1} j_a, \qquad (14)$$

где $m_{\max}$ — максимальные массы аэрозольных частиц, выросших за счет конденсации пара (с радиусами частиц $r_{\max} \cong 10^{-5}$ м [16]);

R_c — удельное тепло конденсации пара;

e_i — элементарный заряд.

Соотношение (14) допускает опытную проверку, так как значения входящих в него параметров известны.

Большая значимость соотношения (14) состоит в том, что в него входят как термодинамический (тепло), так и электрический (ток) параметры атмосферы. Учитывая, что примерно половина всего тепла, выделяющегося в атмосфере и поддерживающего ее температуру, является теплом конденсации пара в жидкий аэрозоль (R_c = 88 Вт/м^2 при оценке мощности выделения всего тепла 185 Вт/м^2 [17]), можно заключить, что термодинамическое равновесие атмосферы находится в сильной зависимости от ее электрического состояния, а именно от скорости поступления в нее ионов, т. е. от величины атмосферного тока проводимости.

Ионы, как известно, поступают в атмосферу от трех основных источников.

Земная поверхность. С земной поверхности в атмосферу поступают в основном отрицательные ионы. Ионы могут быть естественного или искусственного происхождения. Естественные ионы возникают при стекании зарядов с остриев и при ионизации воздуха вследствие естественной радиоактивности почв. С начала XX века по всей видимости начала усиливаться искусственная инжекция ионов в атмосферу. К наиболее мощным искусственным источникам ионов следует отнести высоковольтные воздушные линии электропередач (ЛЭП), индустриальные электрические фильтры, радиоактивные источники и острия высоких сооружений.

Тропосфера. В тропосфере ионы противоположного знака в основном возникают в лавинных процессах при пролете высокоэнергичных космических частиц и при наличии радиоактивного аэрозоля. Мощными источниками ионов были атмосферные ядерные взрывы.

Ионосфера. Противоположно заряженные ионы возникают в ионосфере под действием ультрафиолетового и рентгеновского излучений, поэтому мощность ионосферного источника находится в прямой зависимости от интенсивности коротковолнового излучения Солнца, которая периодически и спорадически изменяется в солнечном цикле [18]. В логике развиваемой модели в ионосфере происходит макроразделение ионов противоположного знака, и в электрическом поле Земля—космическая среда положительно заряженные ионы перемещаются вниз в тропосферу, а отрицательные — движутся от Земли и, как было отмечено выше, либо прямо уходят в космос, либо предварительно наполняют магнитосферу.

От интенсивности всех источников, формирующих электрическую проводимость атмосферы, зависит величина атмосферного тока проводимости. Ввиду (14) тепловое равновесие атмосферы и аэрозольная компонента также оказываются подверженными суточным циклическим и спорадическим изменениям, что отражается, в частности, на режиме облачности и осадков.

Изменение погодных условий методом ионизации атмосферы

Описанная модель атмосферного электричества совместно с уравнением (14) позволила теоретически обосновать возможность искусственного изменения хода атмосферных процессов посредством регулирования поступления ионов в атмосферу [7, 8]. При конденсационном росте аэрозольной частицы до максимальной массы $m_{\max}$ в атмосферу поступает тепло конденсации

$$w = m_{\max} R_c.$$

При искусственной инжекции ионов в атмосферный воздух со скоростью

$$\frac{dN}{dt} = I_g e_i^{-1},$$

где I_g — электрический ток генератора ионов в атмосферу, мощность выделения тепла P_a в атмосфере составляет

$$P_a = w \frac{dN}{dt} = R_c m_{max} I_g e_i^{-1}, \qquad (15)$$

а мощность энергетических затрат на создание ионов P_g определяется энергией ионизации молекул воздуха $e_i \varphi_i$, где φ_i — потенциал ионизации, и затратами на создание условий для хода процесса ионизации, что может быть записано в виде

$$P_g = k \frac{dN}{dt} e_i \varphi_i = kI\varphi_i ,$$

где k — коэффициент, определяющий отношение фактических энергетических затрат на ионизацию одной молекулы к энергии ее ионизации. Значение коэффициента k на практике близко к 10^4, поэтому коэффициент выигрыша энергии K_g, определяемый отношением мощности тепловой энергии, выделяющейся в атмосфере вследствие искусственной инжекции ионов, к фактической мощности затрат на инжекцию составляет

$$K_g = P_a/P_g = R_c m_{max}/ke\varphi = 5 \cdot 10^8.$$

Значение коэффициента K_g показывает, что с небольшими затратами энергии на изменение концентрации ионов в атмосфере можно управлять ходом метеорологических процессов, причем выигрыш в энергии при инжекции ионов в атмосферу на порядки выше, чем при гипотетической реализации управляемого ядерного синтеза.

Соотношения (14) и (15) являются теоретической базой технологии коррекции погодных условий методом ионизации атмосферы (технология ЭЛАТ). Практика воздействий демонстрирует возможность изменять приземную температуру воздуха на несколько градусов и давление примерно на 10—15 гПа в обе стороны.

По принципу работы и конструкции генератор ионов ЭЛАТ представляет собой миниатюрную высоковольтную ЛЭП, нагруженную током в атмосферу. Известно, что эксплуатация промышленных ЛЭП постоянного или переменного тока также сопровождается инжекцией ионов в атмосферу, причем из-за различия потенциалов начала коронного разряда у поверхности провода при положительном и отрицательном полупериодах [19] с ЛЭП переменного тока в атмосферу переходят преимущественно отрицательные ионы. Эти ионы, становясь дополнительными центрами конденсации, поднимают температуру воздуха. Во второй половине XX века суммарные длины линий сетей высоковольтных ЛЭП на Земле существенно увеличились, а потенциалы на проводах повысились. Количественные оценки на основе (15) и практика коррекции погоды с помощью ионизации показывают, что суммарный ток утечки отрицательных ионов в воздушный бассейн со всех ЛЭП на Земле способен приводить к заметному повышению средней температуры земной атмосферы. Ввиду этого суммарный приземный источник ионов антропогенного происхождения должен рассматриваться по меньшей мере как одна из возможных причин наблюдаемого современного глобального потепления атмосферы. Если учесть, что скорость поступления ионов в атмосферу со всех ЛЭП планеты может значительно превышать скорость поступления в нее частиц загрязнения в виде сухого аэрозоля, также способного выполнять роль центров конденсации пара, то можно прийти к заключению, что непреднамеренная техногенная инжекция ионов в атмосферу, возможно, является главной антропогенной компонентой причин наблюдаемого смещения ее теплового баланса в сторону потепления.

Помимо подъема температуры воздуха ЛЭП способны через увеличение концентрации ионов влиять на спектр размеров и заряды аэрозоля. Конечным результатом их воздействия является рассеяние облаков или потеря ими осадкообразующей способности и как следствие образование зоны относительной засушливости в районе пролегания линии и в направлениях преимущественного воздушного переноса. В частности, имеются основания считать, что наблюдаемое высыхание Аральского моря является следствием функционирования ЛЭП постоянного тока Волжской ГЭС, пересекающей путь поступления облаков с запада и северо-запада в Приаралье. Одним из таких оснований является совпадение года пуска Волжской ГЭС с годом начала ускоренного обмеления Аральского моря (1965), другим — непрохождение облачными массами зоны пролегания ЛЭП, регистрируемое на космических снимках.

Значительные климатические сдвиги отмечаются также в связи с пуском в эксплуатацию ЛЭП Экибастуз—Центр.

Электричество Солнца и космической среды

В данной модели атмосферное электричество выступает как часть электрического взаимодействия космическая среда—Земля, в котором участвует и Солнце. Механизм электрического взаимодействия Солнца с космической средой аналогичен земному. Существование у Солнца крупномасштабного магнитного квазидиполя, которое меняет свою полярность каждые 11 лет, должно рассматриваться как свидетельство перезарядки Солнца зарядами противоположного знака в 22-летнем цикле. Перезарядка возможна

при условии существования в космосе волн параметра q_s/ρ_s с периодом в 22 года. Если аппроксимировать циклическое изменение величины и направления квазидипольного магнитного момента Солнца M_S зависимостью

$$M_S(t) \cong M_o \sin(2\pi t/T_ц),$$

то закон изменения объемного заряда Солнца должен быть записан в виде

$$Q_S(t) \cong Q_o \sin(2\pi t/T_ц), \qquad (16)$$

где $M_o = 4\cdot10^{29}$ А/м^2 — амплитудное значение, соответствующее магнитной индукции магнитного поля на солнечной поверхности 1 Гс [20], $T_c \approx 22$ года, $Q_o = 1{,}5\cdot10^{18}$ Кл — амплитудное значение заряда Солнца, вычисленное на основе (10, 11) и соответствующее величине M_o.

При волновом изменении параметра q_s/ρ_s между космической средой и Солнцем (5) меняется разность потенциалов, в которой ускоряются ионы и возникает радиальный электрический ток перезарядки солнечных недр. При зависимости (16) радиальный ток между Солнцем и космической средой должен изменяться по закону

$$I_c(t) = \frac{dQ_c}{dt} = I_o \cos(2\pi t/T_ц),$$

где $I_o = 2\pi\, Q_o\, T_c^{-1} = 1{,}3\cdot10^{10}$ А — амплитудное значение.

Средний ток перезарядки

$$\bar{I}_s = 2\, I_o/\pi = 8{,}3\cdot10^9 \text{ А}. \qquad (17)$$

Характерное время перезарядки $\tau_s = Q_c/\bar{I}_s = 1{,}8\cdot10^8$ с = 5,7 лет.

Неизменность направления градиента электрического потенциала земной атмосферы в течение солнечного цикла, отсутствие его модуляции более чем на 15 % [21], расчетные амплитудные значения отношений плотностей заряда и массы на Солнце q_{oS}/ρ_{oS} и современное значение параметра q_E/ρ_E на Земле позволяют определить диапазон амплитуд $A = |q_s/\rho_s|_{max}$ циклических 22-летних вариаций в космической среде

$$|q_{oS}/\rho_{oS}| < A < 0{,}15\,|q_E/\rho_E|. \qquad (18)$$

Подстановка в (18) значений параметров Земли и Солнца приводит к неравенству

$$7{,}1\cdot10^{-13} < A < 3{,}5\cdot10^{-12} \text{ Кл/кг}.$$

С учетом неоднократных смен величин и полярностей геомагнитного момента в прошлом Земли, свидетельствующих о циклических отклонениях параметра q_s/ρ_s от нуля на время, значительно превышающее характерное время перезарядки Земли (13), зависимость этого параметра от времени может быть представлена в виде суперпозиции циклических волн с различными периодами

$$q_s/\rho_s(t) = A\cos(2\pi t/T_c) + F_2(t) + F_3(t), \qquad (19)$$

где $F_2(t)$ — вариации с периодами, превышающими T_c;

$F_3(t)$ — флуктуации с периодами менее T_c.

Для согласования зависимости (19) с совокупностью экспериментальных данных, относящихся к Солнцу и Земле, необходимо предположить, что в современную эпоху значения q_s/ρ_s более положительны, чем q_E/ρ_E или даже абсолютно положительны.

Вполне вероятно, что Форбуш понижения является отражением волнового галактического процесса (19).

В галактических циклических волнах параметра q_s/ρ_s должны менять свою полярность дипольные магнитные моменты планет солнечной системы, имеющих характерное время перезарядки, сравнимое с 22-летним циклом. Это следствие может быть использовано для независимой экспериментальной проверки выводов космоземной модели. Проявлять признаки цикличности с периодом порядка солнечного цикла должны также звезды галактики.

Приходящие на Солнце ионы, ускоренные в разности потенциалов между Солнцем и космической средой, при входе в солнечную атмосферу должны передавать ей свою энергию. Это тепло может быть побочным или даже главным источником нагрева Солнца. Для притока энергии на Солнце в количестве, которое излучается им в единицу времени ($P_S = 4\cdot10^{26}$ Вт), средняя разность потенциалов между Солнцем и космической средой в точке начала ускорения ионов при среднем токе перезарядки (17) должна быть

$$|\overline{\Delta\varphi}| = P_S/\bar{I} = 4{,}8\cdot10^{16} \text{ В}. \qquad (20)$$

Оценки на основе (5) показывают, что такие и более высокие разности потенциалов в космической среде вполне достижимы.

Изменение магнитного поля Солнца должно сопровождаться в проводящей среде солнечных недр токами Фуко, которые могут играть заметную роль в переносе притекающей извне энергии внутрь Солнца.

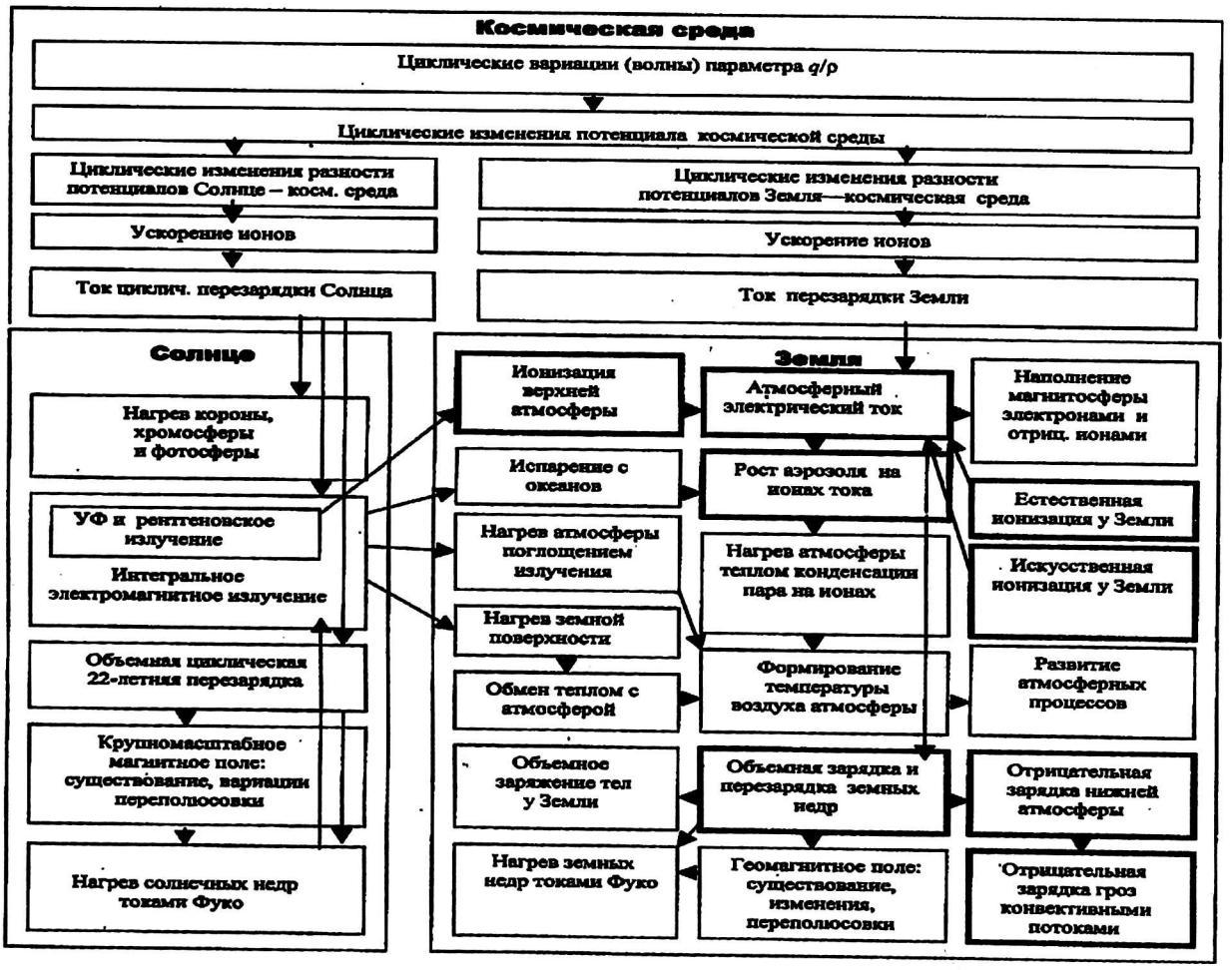
Существование крупномасштабного дипольного магнитного момента в течение полуцикла должно приводить к широтной анизотропии плотности радиального тока перезарядки Солнца. Наиболее благоприятные условия для замыкания электрического тока на солнечную поверхность создаются у полюсов, где магнитные

силовые линии практически разомкнуты. Ввиду этого естественно считать, что перезарядка солнечных недр в каждом новом полуцикле начинается с полюсов, и объемная заряженность противоположным знаком постепенно распространяется к экватору. Весьма вероятно, что известное смещение широт преимущественного появления солнечных пятен от высоких к низким в течение полуцикла ("бабочки" Маундера) как-то отражает такое развитие процесса перезарядки.

Для обеспечения притока на Солнце энергии в количестве, равном излучаемой, плотность радиального потока ионов на Солнце с потенциалом (6) должна быть на несколько порядков выше наблюдаемой у Земли. Нехватка плотности потоков высокоэнергичных ионов у Земли, т. е. вблизи солнечного экватора, может объясняться широтной анизотропией тока перезарядки, при которой требуемые более высокие плотности потока существуют в высокоширотных областях Солнца.

Представление о волновом процессе в космосе как о главном канале поступления энергии на Солнце позволяет качественно объяснить известное возникновение малого ледникового периода Маундера в период отсутствия пятен на Солнце (1645—1710 гг.). В логике модели отсутствие пятен означает прекращение или ослабление процесса перезарядки Солнца из-за временного отсутствия космических волн, проходящих через солнечную систему, или вследствие уменьшения их амплитуд, что должно сопровождаться приостановкой притока энергии на Солнце. Мощность излучения Солнца в этот период должна понижаться.

Циклические изменения разности потенциалов между Солнцем и космической средой позволяют объяснить причины наблюдаемой 11-летней повторяемости его повышенной активности в ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах частот излучения [8]. В сочетании с 22-летней изменчивостью потенциала пространства космической среды это позволяет объяснить циклическую вариацию погодных условий на Земле [16, 22] и корреляцию облачного покрытия Земли с галактическими потоками ионов [1, 23, 25]. Причинно-следственные связи между космической средой, Солнцем и Землей (при учете ослабления электростатического поля материей) в логике космоземной модели представлены на рисунке, где в более выделенных рамках обозначены процессы, традиционно относимые к атмосферному электричеству. Из схемы на рисунке следует, что рассмотрение проблем атмосферного электричества без учета процессов на Земле, в верхней атмосфере, на Солнце и в ближнем космосе не может приводить к удовлетворительным, практически полезным результатам.



Заключение

Представление о неполной прозрачности материи для ЭП позволяет построить логически последовательную модель атмосферного электричества, в которой генератором электрического поля атмосферы выступает волновой электрический процесс в космической среде, а заряжение гроз является следствием заряженности нижней атмосферы.

Согласно космоземной модели термодинамический баланс атмосферы очень чувствителен к электрическому состоянию атмосферы, а именно к концентрации ионов. Поэтому современное потепление атмосферы может быть следствием искусственной непреднамеренной инжекции в нее ионов в основном с высоковольтных ЛЭП.

На основе модели был создан метод коррекции погоды и климата с небольшими затратами энергии.

Изложенное можно рассматривать как основу для дальнейшего развития модели. В частности, представляется необходимым экспериментально проверить выводы модели, касающиеся Земли и Солнца, в том числе о существовании космических волн плотности заряда, об электрическом волновом механизме восполнения энергетических потерь на Солнце, о синхронной с Солнцем инверсии магнитных моментов планет с малыми временами перезарядки, о связи магнитных аномалий с плотностью массы в Земле и др. Выполнение таких исследований могло бы привести к ряду практически значимых результатов, как, например, возможность сверхдальнего прогноза климата на Земле, более надежный прогноз землетрясений, а также повышение эффективности поиска полезных ископаемых. Уравнение (7) модели может быть использовано для расчета электризации летательных аппаратов и космических зондов, а также для измерения вариаций плотности объемного заряда в земной массе, атмосфере и космической среде [24].

Литература

1. *Swensmark H, Friis-Christensen E.* Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage – a missing link in solar – climat relationships// J. Atmos. Sol – Ter. Phys. 1997. 59. P. 1225–1232.

2. *Чалмерс Дж. А.* Атмосферное электричество. — Л.: Гидрометеоиздат, 1974. — 420 с.

3. *Похмельных Л. А.* Электричество атмосферы, земного шара и космоса в логике некулоновской электростатики. — М.: ВИНИТИ. № 5933–В-87. 1987. — 71 с.

4. *Похмельных Л. А.* Атмосферное электричество как проявление электрического взаимодействия Земли с космосом: Тез. IV Всес. симп. по атмосф. электричеству. 1990. Октябрь. — г. Нальчик. С. 17–18.

5. *Похмельных Л. А.* Электрическое и магнитное квазистатические поля биосферы в функции параметров космоса// В кн. Современные проблемы изучения и сохранения биосферы/ Под ред. Н. В. Красногорской. Т. 1. — СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. С. 161–174.

6. *Pokhmelnykh L. A.* Geo-solar-cosmic electric relations in electrostatics with field E screening by matter: Proc. of the 1-st Int. congress on geo-cosmic relations. Amsterdam, 1989. — Geo-cosmic relations; the earth and its macro-environment. Pudoc, Wageningen. 1990. P. 327–335.

7. *Похмельных Л. А.* Способ изменения температуры воздуха атмосферы. Патент РФ 2107428, 1998.

8. *Pokhmelnykh L. A.* Theoretical problems of weather modification by ions. WMO Workshop on measurements of cloud properties for forecasts of weather and climate. Mexico City. June 1997. P. 350–352.

9. *Похмельных Л. А.* Электричество Земли и Солнца, тепловой баланс земной атмосферы как следствие волн плотности заряда в космосе// Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. ВИНИТИ. 2001. № 10. С. 2–17.

10. *Похмельных Л. А.* Аналитические соотношения электричества Земли, атмосферы и космоса с учетом ослабления электростатического поля материей// Там же. 2003. № 1.

11. *Брагинский С. И.* Кинематические модели гидромагнитного динамо Земли// Геомагнетизм и аэрономия. 1964. Т. 4. № 4. С. 732–743.

12. *Сох А.* Geomagnetic reversals//Science. 1969. № 163. P. 237–245.

13. *Федынский В. В.* Разведочная геофизика. — М.: Недра, 1964.

14. *Красногорская Н. В.* Электричество нижних слоев атмосферы и методы его измерения. — Л.: Гидрометеоиздат. 1972. — 96 с.

15. *Стыро Б. И., Орлова Н. В.* Об определении размеров частиц аэрозолей, полученных в сухом обеспыленном воздухе при распаде радона// Физика атмосферы и океана, 1971. Т. VII. № 8. — 917 с.

16. *Мазин И. П., Шметер С. М.* Облака: строение и физика образования. — Л.: Гидрометеоиздат. 1983. — 279 с.

17. *Будыко М. И.* Атмосфера Земли// В кн. Физическая энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия. Т. 1. 1988. — 133 с.

18. *Гибсон Э.* Спокойное Солнце. — М.: Мир. 1977. — 408 с.

19. *Sabert O. Jr., Grady B. N.* Electrostatic precipitation. Marce Dekker Inc., New York and Basel. P. 29.

20. *Лившиц М. А.* Магнитные поля Солнца и звезд// В кн. Физика космоса/ Под ред. С. Б. Пикельнера. — М.: Советская энциклопедия. 1976. С. 315–318.

21. *Лободин Т. В.* Определение средней напряженности электрического поля атмосферы для земного шара/ Труды ГГО. 1977. Вып. 350. С. 126–131.

22. *Митчелл мл. Дж. М., Стоктон Ч. У., Меко Д. М.* Доказательство 22-летнего ритма засух в западной части США, связанных с солнечным циклом Хейла начиная с XVII в.// В кн. Солнечно-земные связи, погода и климат. — М.: Мир. 1982. С. 152–171.

23. *Wilson C. T.* The maintenance of the Earth's electric charge. Observatory. 1922. — 45 p.

24. *Похмельных Л. А.* Устройство для измерения вариаций плотности объемного заряда в среде: А. с. СССР 999178. 1982.

25. *Pudovkin M., Veretenenko S.* Cloudy decrease associated with Forbush decreases of Galactic cosmic rays// J. Atm. Terr. Phys. 1995. 57. P. 1349—1355.

Atmospheric electricity as a manifestation of the electric interaction of Earth and Sun with space

L. A. Pokhmelnykh
ELAT Company, Mexico City, Mexico

A model of atmospheric electricity is developed on the concept of non complete matter transparency for electrostatic field. According to the model there exist charge and/or mass density waves in space in which the Earth and Sun recharge cyclically in volume. Atmospheric E-field reflects the current potential difference between the Earth and space. The Earth's charge creates the geomagnetic field. The thunderstorms are charging with negatively charged air convection. Through the Earth-space electric current and ions hydration there arises the cyclic influence of space waves on the atmospheric thermodynamic balance and climate. This consequence is the base of the ELAT weather correction technology. The modern growth of atmospheric temperature can be a consequence of ions injection into the atmosphere from high voltage transmission lines.

* * *