

25. Lloyd E. F. The hot springs and hydrothermal eruptions of Waiotapu.— N: Z. J. Geol. and Geophys., 1959, v. 2.
26. Sigvaldson G. E. Chemistry of thermal waters and gases in Iceland.— Bull. Volcanol., 1966, v. 29, p. 590.
27. Sumi K., Takashima I. Absolute ages of the hydrothermal alteration halos and associated volcanic rocks in some Japanese geothermal fields.— Proc. Sec. UN Sympos. Dev. and Use of Geothermal Resources, 1976, v. 1, p. 625.
28. White D. E. et al. Data of Geochemistry, Sixth Edition, Chemical Composition of Subsurface waters.— U. S. Geol. Survey Prof. Paper 440-f, 1963.
29. Yamada E. Geological development of the Onikobe Caldera and its hydrothermal system.— Proc. Soc. UN Sympos. Dev. and Use of Geothermal Resources, 1976, v. 1, p. 655.

*Институт геохимии СО АН СССР
Иркутск*

*Поступила в редакцию
20 ноября 1984 г.*

V. D. Pampura

GEOCHEMICAL TYPES AND THE SOURCES OF HYDROTHERMAL MATTER OF RECENT VOLCANIC REGION

In zones of geodynamic situations involving island arcs, active continental margins, midoceanic and midcontinental rifts nine geochemical types of "volcanogenic" ore-forming hydrothermas may be recognized, the autonomy of which is defined by the belonging to the chemical class, depth facies and trace elements specialization.

УДК 523.07+523.72+523.24+550.385

А. Н. ДМИТРИЕВ, В. К. ЖУРАВЛЕВ

ТУНГУССКИЙ ФЕНОМЕН 1908 ГОДА — КОРОНАЛЬНЫЙ МИКРОТРАНЗИЕНТ

Освещается парадокс изучения Тунгусского метеорита: по мере накопления данных о самом явлении и сопровождающих процессах растет неопределенность в решении основной проблемы — его природы. Предложенные гипотезы в основном либо касаются отдельных сторон явления, либо лишены количественных оценок. В данной работе Тунгусский феномен рассматривается как звено солнечно-земных взаимосвязей. Космическое тело, взорвавшееся летом 1908 г., рассматривается как некоторый аналог коронарного транзиента, представляющего собой выброс сгущенной солнечной плазмы, стабилизированной вмороженным магнитным полем. Принципиальная возможность естественного возникновения такого объекта, названного солярным энергофором, содержится в концепциях нелинейной термодинамики И. Пригожина. Предлагаемая гипотеза снимает большинство основных противоречий, возникающих при обобщении большого количества полевых и архивных данных.

Результаты многолетних и разнообразных исследований лишь удлинили список неясностей в отношении природы Тунгусского феномена. Оказываются все еще не уточненными или вообще неясными вопросы: общей энергетики явления, доли световой энергии, количества привнесенного вещества и его состава, высоты и площади энерговыделения, теплового излучения, траектории полета, глобального и локального магнитных эффектов, характера и деталей сейсмического возбуждения, атмосферно-оптических и метеорологических аномалий, биологических последствий на месте вывала тайги и пр. [4, 6, 10].

Совокупность основных и сопутствующих процессов, связанных с Тунгусским падением, настолько значительна и разнообразна, что учет имеющихся данных делает проблему Тунгусского феномена уникальной и далеко отстоящей от классических картин метеорно-болидного типа, поэтому мы считаем уместным прибегнуть к новым гипотезам. Прежде всего полезными могут оказаться предположения о существовании в Солнечной системе,ряду с твердотельными и газовыми образованиями, класса космических тел плазменного характера. Косвенная информация, лежащая в основе данного предположения, имеется. Однако фактиче-

ских данных о структуре, составе, энергетике, тепломассопереносе в таких образованиях еще очень мало.

Конструируемая нами модель гипотетического космофизического тела с вещественно-полевой структурой опирается на ряд современных данных о регистрации необычных явлений в атмосфере и ближнем космосе [7, 32—34]. В основе излагаемых представлений лежит анализ многочисленных свидетельств очевидцев, обсерваторных данных по Северному полушарию за 1908 г., геолого-геофизических обстановок в районе падения.

О результатах анализа свидетельств очевидцев

Информационной обработке подвергнут каталог «Показания очевидцев Тунгусского падения» (КСЭ, Васильев Н. В., Ковалевский А. Ф., и др., Томск, 1979). Учено и обработано 708 сообщений. Разнообразие учтенных признаков, которыми охарактеризован феномен, подразделено на три основные группы данных: 1) «портрет» — форма, цвет, светимость, акустика; 2) «существование» — направление, длительность, возникновение, исчезновение; 3) сопутствующие — сейсмо- и магнитовозмущения, метеорология.

Для математической обработки отдельные описания (заданные перечнем значений характеристических признаков) были сведены в общую таблицу исходных данных (объемом в 10 строк и 103 столбца). По основным признакам наблюдавшегося явления с достаточной статистикой (≥ 50 регистраций) были построены таблицы частот встречаемости для детального анализа.

Среди наиболее часто регистрируемых форм встречаются: шарообразные (18,8%), цилиндрические (16,3%), «хвостовые» образования (14,0%), пламенивидные (12,3%), искры, камни (11,2%) и др. В цветовой гамме господствующими тонами являются: красные цвета (37,2%), оранжевые (13,1%), желтые (18,1%), синие (7,5%), белые (12,1%), черные (6,5%). Среди описаний световых явлений преобладали следующие: осветило (21,5%), потемнело (16,2%), цветные полосы огня (27,3%), пламя (12,6%). Из метеорологических явлений наиболее часто отмечались: сильный ветер, вихрь (47,7%), дымка, туман, морок (19,7%), гроза, град (7%), повышение (8,1%) и понижение (1,2%) температуры; из акустических: грозовые разряды (33,3%), стрельба, канонада (24,2%), стук, треск, удары (22,0%), шипение, вой, жужжание (12,5%). Характерно, что имеется много указаний на непрерывность и длительность звучания (31%). Сейсмические явления характеризовались очевидцами как земле-почво-воздухотрясения (53,9%), резкие толчки, удары (40,0%). Данные сейсмического характера, как правило, сопровождалась указаниями на акустические явления. Аппаратурная регистрация барических и сейсмических возбуждений показала, что упругие волны в Земле и в атмосфере обогнули земной шар. Длительность наблюдения отдельных проявлений феномена имеет широкий диапазон от «мелькнуло» до «более часа». В распределении значений интервалов выделяются два резких максимума — 5—10 мин (15,1%) и 25—30 мин (17%).

Время развития феномена отмечено в 202 показаниях, из них: утро — 49,5%, день — 34,3% и вечерние регистрации — 16,3%. Почасовое распределение времени наблюдений дает три максимума: 6—9 часов утра, 11—13 дня, 16—20 вечера. Характерно, что к утренним часам приурочены наблюдения южного направления, а на дневное время указывают наблюдатели, отметившие направление полета тела с востока.

Пространственные характеристики феномена также весьма разнообразны. Отчасти это связано с разной удаленностью наблюдателей от коридора пролета основного образования и от его взрыва, принятого за «эпицентр» феномена [4]. Очень острыми в проблеме феномена являются вопросы траекторий. Анализ всей совокупности данных на основе про-

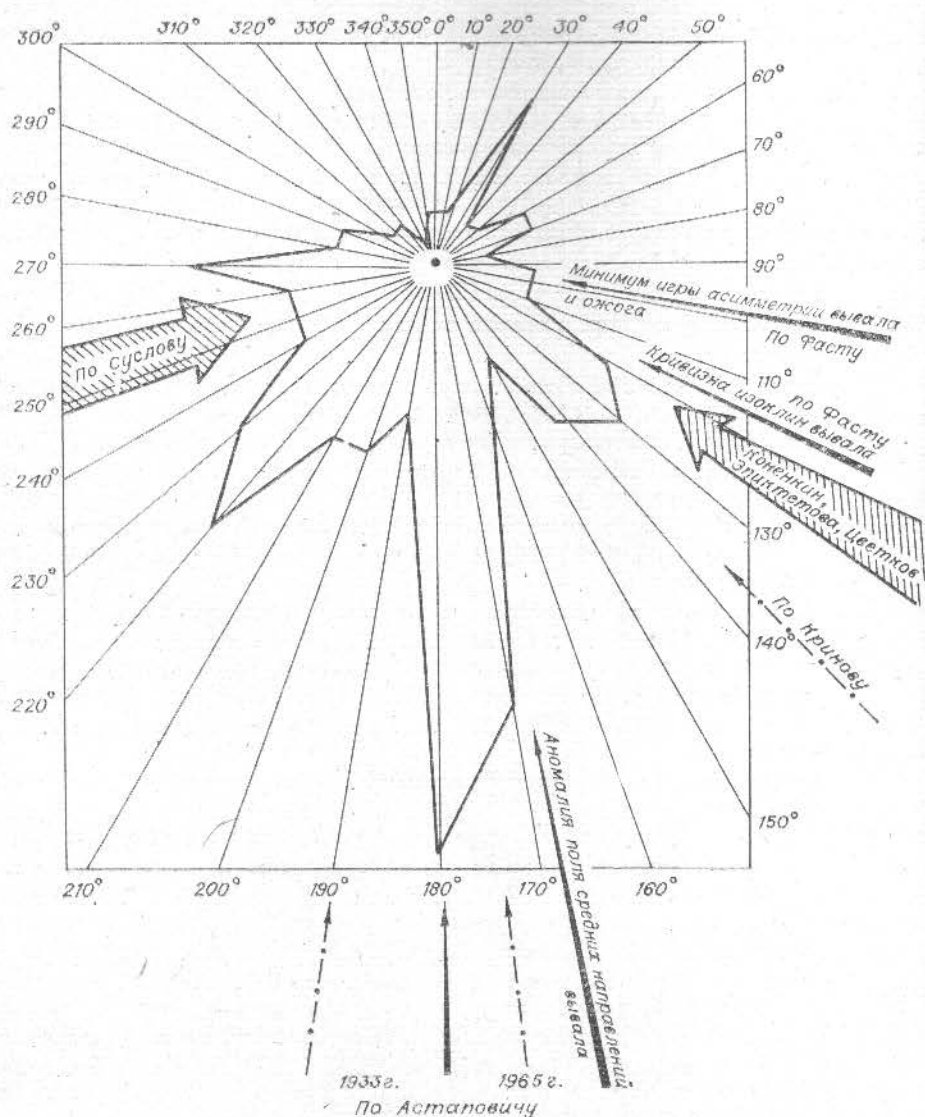


Рис. 1. Диаграмма распределения наблюдателей по числу угловых интервалов (по Дмитриеву А. П., Крыловой А. И., 1981 г., с. 5)

стейшей модели оценки «встречаемости наблюдателей» в круговой диаграмме указывает на явную политраекторность явления (рис. 1). Несмотря на грубость такой оценки, вскрыт факт совпадения лепестков диаграммы направленности с тремя группами теоретически выделенных направлений [5, 29].

В целом сумму выводов по обработке каталога описаний можно представить следующим образом.

1. Зарегистрирована неоднородность феномена по основной совокупности свойств, а именно: по светимости, звуковой характеристике, направлению движения, времени события.

2. Обнаружена временная пестрота феномена, пространственная разобщенность пролета основных объектов и политраекторность их перемещения.

3. Количественные оценки траектории, высоты взрыва, основных направлений и других важных характеристик дают основания для предположения о гетерогенной природе явления.

4. Эпицентр феномена, отождествляемый с вывалом леса, не обязательно указывает на разворачивание событий локально в районе Подка-

менной Тунгуски. Явления 1 июля 1908 года кульминировали нарастающие метеоаномалий по Северному полушарию, начавшихся с 21 июня [6, 10, 21].

Геолого-геофизическая специфика района

Специфика района падения в общепланетарном масштабе выявляется при анализе геофизического портрета Земли. Локализация Тунгусской катастрофы по существу произошла в границах Восточно-Сибирской мировой магнитной аномалии. Напряженность магнитного поля Восточно-Сибирской аномалии составляет около 30% нормального поля Земли. По своей интенсивности (T) эта аномалия представляет собой «дубль» одного из дипольных максимумов — Канадского, в районе Северного магнитного полюса (рис. 2). Мировые аномалии являются весьма устойчивыми элементами поля Земли, падение напряженности их с высотой соразмерно с характеристиками дипольных максимумов. Далеко выступающие в околоземное пространство, эти аномалии представляют собой своеобразные «антенны», к которым из межпланетной среды могут направляться тела с малой массой и большой энергоемкостью (зарядом). Это предположение усиливается сравнением с координатными данными. Центральная область Восточно-Сибирской аномалии локализуется в координатах 62° с. ш. и 108° в. д., основной район разветвления феноменов на Тунгуске тяготеет к 61° с. ш. и 102° в. д.

По данным Ю. Д. Калинина [12], аномалия простирается в глубь Земли на расстояние 0,4—0,6 земного радиуса. Исследования последних лет, в том числе с помощью спутников, подтверждают эти оценки [31]. Указанные магнитонесущие структуры планеты можно трактовать как энергоинформационное сцепление глубин Земли с космической средой, включая режим солнечно-земных связей и следствия этих связей — полярные и локальные сияния [13—15].

Следует указать на Бразильскую магнитную аномалию, с которой можно связывать появление «Бразильского двойника Тунгусского метеоро-

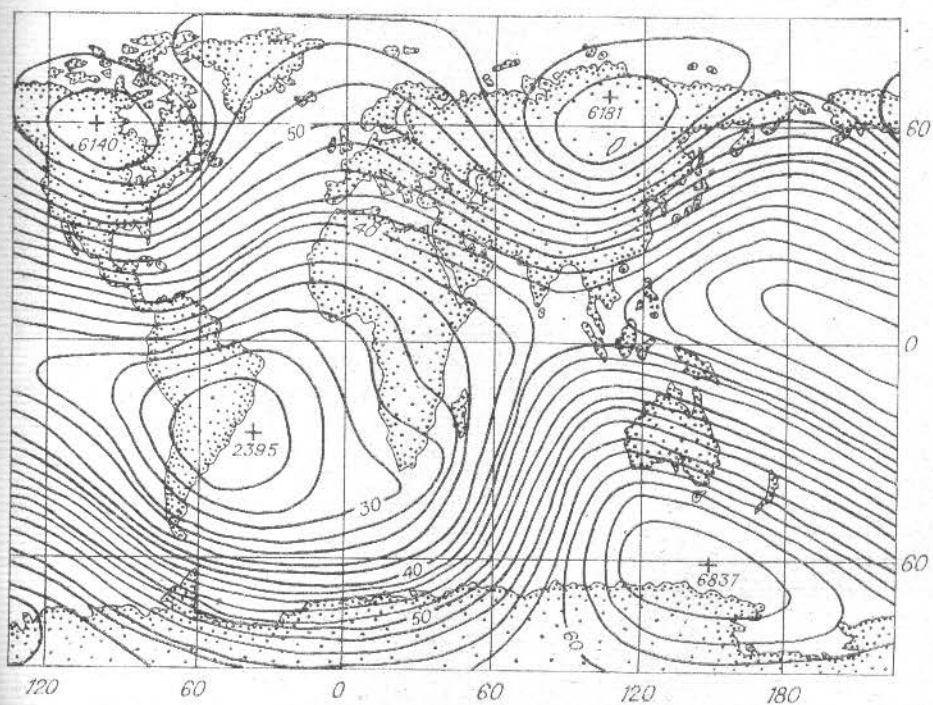


Рис. 2. Карта распределения модуля полного вектора ГМП эпохи 1965 г. [24, с. 32].

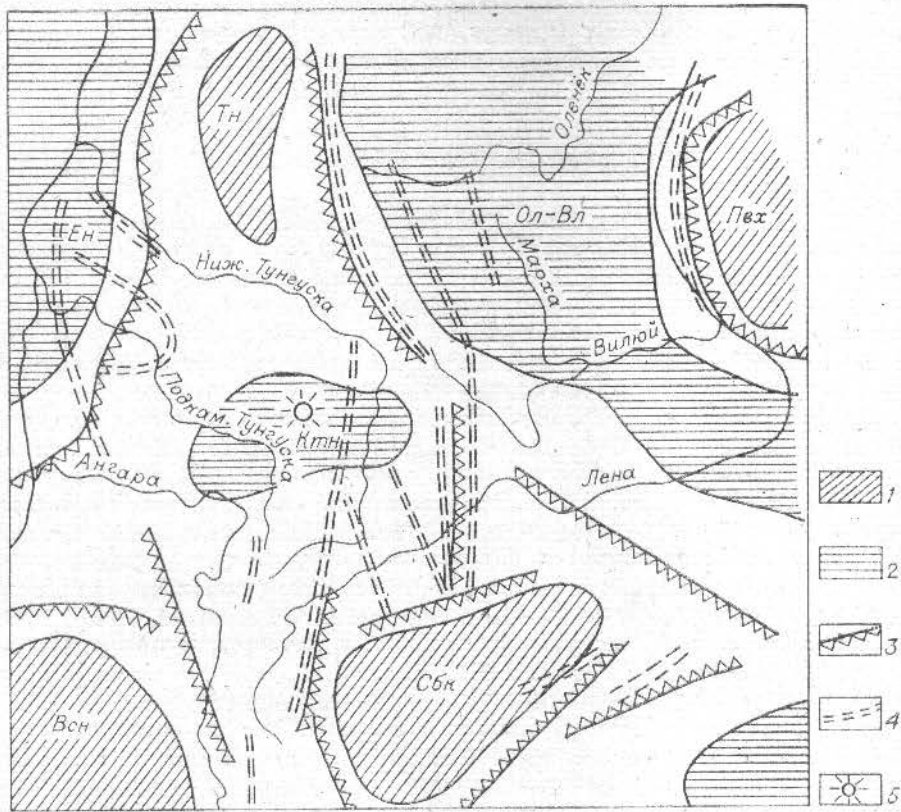


Рис. 3. Региональная схема аномалий гравитационного поля и полосовых магнитных аномалий [25, с. 62].

1 — низкие значения аномальной силы тяжести; 2 — повышенные значения аномальной силы тяжести; 3 — гравиметрические ступени; 4 — полосовые магнитные аномалии; 5 — место взрыва.

рита), зарегистрированного в 1931 г. [17]. Интересно, что именно падением «сверхметеорита» объясняется характер геотермальных аномалий на канадском севере, хотя, как и в случаях Тунгусского и Бразильского «метеоритов», вещественных остатков «сверхметеорита» не обнаружено.

Район Тунгусского падения приходится на область нулевого склонения — на середину расстояния между центром положительного (район Салехарда) и отрицательного (район Хабаровска) экстремумов восточной составляющей вектора геомагнитного поля. Дуга большого круга, соединяющая центральные части этих аномалий, пересекает географический меридиан в районе падения под углом $117 \pm 2^\circ$, что близко к направлению траектории Тунгусской катастрофы на ее конечном участке ($115 \pm 1^\circ$) относительно географического меридиана [10]. Азимут направления на Тунгусский взрыв от глобальной аномалии северной составляющей вектора геомагнитного поля, локализованной в районе Бирмы, равен 176° , что довольно близко к южному варианту траектории ($173 \pm 2^\circ$). В предположении неслучайности перечисленных совпадений можно постулировать наличие «эффекта наведения» Тунгусского объекта основными элементами структуры геомагнитного поля.

Развитие Тунгусского феномена, эпицентр которого отождествляется с лесным вывалом и пожаром, приходится на центральную часть Сибирской платформы. Крупномасштабные и долговременные структуры и особенности региона выявлены геофизическим картированием фундамента [29]. Основная часть феномена локализуется на площади Средне-Сибирской антиклизы и Ангаро-Ленской ступени. На юге и юго-западе она захватывает Вилюйскую синеклизу и Чадобецкий выступ (рис. 3).

а) В гравитационном поле эпицентральная область феномена при-

ходится почти на центр Кавказской области повышенных значений аномалий силы тяжести, со всех сторон обрамленной громадными по протяженности гравитационными ступенями. Ряд исследователей полагает [26], что формирование гравитационного поля данного региона обусловлено характером тектонических процессов.

б) **Аномальное магнитное поле** центральной части Сибирской платформы отличается от обрамляющих ее территорий. Для обрамления характерны пониженные значения напряженности магнитного поля, на фоне которых ярко выделяются мелкие, но высокоинтенсивные положительные и отрицательные аномалии ΔT_g . В эпицентральной части Тунгусского феномена наблюдается переход к интенсивным положительным аномалиям Сибирской платформы, обусловленным широким развитием траппов. Наличие траппов и их особенности в магматектопическом срезе свидетельствуют о резкой энерговыделенности этого региона в общепланетарном масштабе.

в) **Магматическая активность** региона профилирует не только вещественный состав, но и структурообразование. Согласно геодинамическим принципам, именно магматизм наиболее концентрированно выражает характер массопереноса и энерговыделение в планетарном масштабе. Рассматривая снятие давления в качестве причины образования расплавов, можно постулировать работу этого механизма на большой площади, имеющей высокий температурный градиент. Возможен и другой механизм развития магматических процессов, которые сопровождаются трансформацией нетепловых форм энергии в тепловую [3, 25]. Район развития Тунгусского феномена является местом аккумуляции и использования больших количеств внутрипланетарной энергии как тектонофизического, так и электромагнитного характера. Периодичность функционирования энергостокковой зоны Сибирской платформы протоколируется широким пространственно-временным развитием траппов. Этот район можно трактовать как особую геодинамическую точку (или место выявления «магматической короны Земли» [23]). Подобная трактовка корональной активности Солнца в качестве «магматизма» является полезным предположением, ибо оно связывает энергостокковые процессы в общесистемную структуру, которая стимулирует развитие процессов на Солнце и Земле в органической взаимосвязи [15]. По данным среднемесячных геомагнитных возмущений выявляется июнь-июльский минимум (рис. 4) для 1908 г. В этом же году исчез максимум переменного магнитного поля, который должен следовать за максимумом солнечных пятен. Эта аномалия для всего 1908 года была обнаружена Н. П. Чирковым (1984 г.). В данном случае может оказаться, что ряд общепланетарных процессов на Земле в строгом соответствии с космическими ритмами может стимулироваться внешним притоком электромагнитной энергии от Солнца [3, 8]. Кроме того, при термодинамическом анализе миграции химических элементов выясняется необходимость регулярной подкачки энергии в лито- и атмосферу. Эта подкачка осуществляется за счет внутренних ресурсов планеты (эндогенный контур) [27] и потребления солнечной энергии [1, 15] (экзогенный контур). Общий поток солнечной энергии в геохимических циклах играет роль не только аккумулятора, но и регулятора энергоинформационных связей [3, 25] на Земле и на других планетах [14]. Характерно, что в центре куликовского пожара и вывала леса локализуется кратер палеовулкана нижнетриасового возраста.

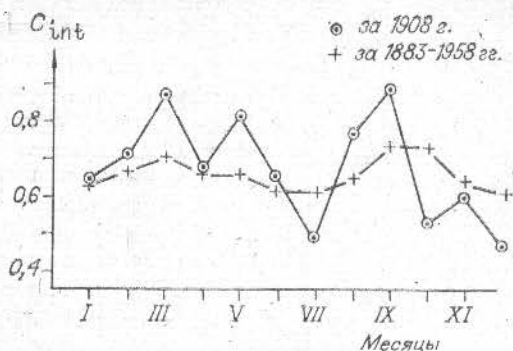


Рис. 4. Кривая среднемесячных магнитных возмущений.

Корональный микро транзиент

Одной из основополагающих задач солнечно-земной физики является разрешение вопросов, связанных с перемещением в межпланетном пространстве одиночных комплексированных (синхронных) и последовательных возмущений. В соответствии с классификацией К. Г. Иванова [11] и в предложенных им терминах рассмотрим перемещение нескольких синхронных возбуждений (от двух-трех и более солнечных вспышек), формирующих сложное МГД-возмущение в межпланетной среде.

Действительно, в случае Тунгусского явления с его богатейшей оптической феноменологией, политраекторностью, разнообразием геофизических реакций следует допустить вторжение популяции синхронных возбуждений во внешнюю магнитосферу Земли.

Феноменологическая модель гелиофизического объекта, названного корональным транзиентом [11], довольно проста. Это изолированный вспышечный поток плазмы, состоящий из головной ударной волны, перемещающейся в межпланетной плазме, и вспышечного выброса, представляемого плазмой в замкнутом магнитном поле. Транзиент формируется в солнечной короне в акте вспышки, при которой возникают электродинамические силы, стабилизирующие структуру и начальное движение транзиента. Размеры и форма образования устанавливаются масштабом вспышки и структурой магнитного поля, замороженного в плазму. Типичный размер изолированного транзиента оценивается в 10^{11} м, плотность — порядка 10^{-20} кг/м³. Погружение магнитосферы (через 2,5 сут) в транзиент выявляется ионосферными и магнитными возмущениями; не исключено и более широкое воздействие транзиента на Землю (влияние на сейсмичность, скорость вращения, вулканизм, биосферные реакции).

Менее изучены случаи синхронных перемещений небольших вспышечных образований, которые в межпланетной среде, взаимодействуя друг с другом, претерпевают массу преобразований. Они могут создавать сложные электрические процессы в атмосферах и других планет [14]. Именно в этом классе явлений мы предполагаем рассмотреть возможность существования в межпланетном пространстве вторичной популяции устойчивых вспышечных образований как результатов сложных МГД-преобразований серии первоначальных вспышечных потоков [1, 15]. Эта популяция должна состоять из плазмойдов, на несколько порядков меньших, чем коронарный транзиент изолированной вспышки, и представлять собой некий микро транзиент. Микро транзиенты могут иметь высокую плотность плазмы и концентрацию энергии. Если эти свойства присущи микро транзиенту, то мы его называем энергофором. Микро транзиенты могут быть и первичными, т. е. образовываться в условиях коронального транзиента. При этом необходимы соответствующие условия для их конденсации внутри плазмы транзиента, или эта конденсация должна происходить при столкновении с атмосферами планет, комет или с космическими сгущениями пыли.

Возможность конденсации плазмы в межпланетной среде не исключается и с позиции общих идей нелинейной термодинамики. Фундаментальное уравнение Николаса и Пригожина дает возможность описать спонтанный морфогенез сложных структур, таких как процесс усиления и самоорганизации флуктуаций в неравновесных системах [20]. Рассмотрим эту возможность более детально.

Столкновение потока радиально движущихся ионов и электронов солнечного выброса с более плотной средой приводит к появлению в потоке локальных объектов. Этому способствуют процессы резкого торможения движущихся частиц и возрастание числа частиц с пониженной энергией или импульсом [2]. В таком локальном объеме мощность потока свободной энергии может значительно превысить приращение энтропии. Именно этот процесс энергоперераспределения в потоке порождает диссипативные структуры — стабилизированные макроскопические флуктуа-

ции. В нашем случае это конденсация плазменного вещества, стабилизируемая магнитным полем.

Образование популяции «зародышей» (энергофоров) более вероятно, чем возникновение единичной макрофлуктуации [20]. Динамика плазменного энергофора в верхних слоях атмосферы при больших геоцентрических скоростях по существу мало отличается от метеоритной динамики (с учетом аэродинамических эффектов). При малых же скоростях на движении энергофора могут сказаться общепланетарные геомагнитные поля. «Медленные» энергофоры, попадая во внешнюю магнитосферу, будут дрейфовать по направлениям максимальных градиентов магнитного поля, а крупномасштабные особенности ГМП могут играть роль своеобразных систем наведения. Наиболее вероятные районы снижения энергофоров локализируются в высокоширотных зонах — в областях двух дипольных максимумов (Северного и Южного магнитных полюсов) и в областях мировых аномалий (Восточно-Сибирской и Бразильской). Наличие «палеоэнергофоров» на Канадском Севере и двойника Тунгусского метеорита в Бразилии служит доводом в пользу такого предположения (см. рис. 2).

При достаточном снижении энергофоров их проникновению будет способствовать и ускорение в гравитационном поле. Конкретная скорость каждого такого снижения будет зависеть от многих факторов — аэродинамического, гравитационного, зарядового и др. Можно полагать, что скорость вхождения варьирует в пределах $1-10 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$. Масса m и плотность ρ Тунгусского тела неизвестны, но если мы зададим плотность энергофора порядка $1 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, то массу можно оценить как

$$m = \rho \cdot \Delta v = 10^8 \text{ кг.}$$

Состав согласно данным гелиохимии: 70% водорода (H^+); около 29,9% гелия (He^{++}); кислорода — $8 \cdot 10^{-2}\%$; углерода — $3 \cdot 10^{-2}\%$, а также N, Fe, Si, Ca, Mg.

Метастабильный энергофор («магнитная бутылка» с плазмой), имеющий, например, плотность $0,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, ниже 9 км от дневной поверхности Земли будет разреженным пузырьком в атмосфере, на который действует давление в $3 \cdot 10^4 \text{ Па}$. Магнитное натяжение такого же порядка создается магнитным полем $3 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$. Наиболее прочное место энергофора — его носовая веретенообразная часть, где силовые магнитные линии отражают заряды плазмы. Только при наличии такого магнитного отражателя возможен процесс удержания плазмы в объеме плазмоида. И именно на эту часть энергофора направлен аэродинамический напор, который деформирует магнитный отражатель «бутылки». Это место становится детонатором, от которого распространяется волна давления по плазме. Деформация носовой части энергофора обозначает переход к неустойчивому состоянию, что при нарастании аэродинамического напора и атмосферного давления приводит к кавитационному схлопыванию пузырька и быстрой рекомбинации водородной плазмы. При этом на каждый атом H^+ ($1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$) выделяется $2,18 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$, что составит удельную энергию взрыва $Q \sim 1,3 \cdot 10^9 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$. Отметим, что эта энергия на три порядка выше удельной энергии химического взрыва и всех других видов энерговыделения на Тунгуске, которыми объясняется взрыв. Заметим, что ядерный и аннигиляционный взрывы превосходят Тунгусское энерговыделение в 20—50 раз.

Взяв тротиловый эквивалент Тунгусского энерговыделения $E = 40 \text{ Мт}$ ($1,8 \cdot 10^{24} \text{ эрг}$, что равно энергии сильной геомагнитной бури), оценим массу тела:

$$m = E/Q = 1,8 \cdot 10^{17} / 1,3 \cdot 10^9 = 1,4 \cdot 10^8 \text{ кг.}$$

Учитывая вещественный состав солнечной атмосферы, отметим, что H и He составят $\sim 98\%$, содержание же C оценивается как $3 \cdot 10^{-4}$ по отношению к H, тогда

$$m_c = 1,4 \cdot 10^8 \cdot 7 \cdot 10^{-1} \cdot 3 \cdot 10^{-4} = 29 \text{ т} \approx 3 \cdot 10^4 \text{ кг.}$$

Si, Fe, Ca, Mg будут присутствовать в значительно меньших количествах.

Часть не успевших рекомбинировать протонов и электронов при взрыве выбрасывается в страто- и ионосферу, вызывая геомагнитное возмущение и атмосферно-оптические аномалии. Заключительные моменты существования энергофора характеризуются сильными деформациями магнитных силовых линий, что объясняет сложную форму изодинам ударной волны, кумулятивные эффекты взрыва, наличие лепестков зоны ожога.

Заключение

1. Инжекция высококонцентрированной солнечной энергии вблизи мировой Восточно-Сибирской аномалии может быть частью определенного космофизического процесса. Эпизод 1908 г. является одним из случаев в цепи подобных процессов, которые составляют основу солнечно-земных связей.

2. Путь решения Тунгусской проблемы может оказаться близким к решению общих и частных проблем гео- и космофизики при исследовании возможностей возникновения и существования устойчивых плазменных образований в Солнечной системе.

3. Наземными «образами» таких образований могут быть шаровые молнии и другие устойчивые формы энергонасыщения, которые по своей природе могут приближаться к свойствам вышеупомянутых энергофоров солярного и земного генезиса.

4. Рассмотрение Тунгусского феномена в новом ракурсе стимулирует создание общего геофизического портрета Земли, магнитонесущий каркас которой выявляется уже достаточно основательно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксофу С. П., Чепмен С. Солнечно-земная физика.— М.: Мир, 1974.
2. Бояркина А. П. и др. Нестационарные взаимодействия ударных волн в газодинамических задачах метеоритики.— В кн.: Взаимодействие метеоритного вещества с Землей. Новосибирск: Наука, 1980.
3. Булкин Г. А. Введение в статистическую геохимию.— Л.: Недра, 1972.
4. Васильев Н. В. Проблема Тунгусского метеорита.— Земля и Вселенная, 1975, № 1.
5. Васильев Н. В. Состояние проблемы Тунгусского метеорита на начало 1974 г.— В кн.: Проблемы метеоритики. Новосибирск: Наука, 1975.
6. Васильев Н. В. и др. О некоторых аномальных эффектах, связанных с падением Тунгусского метеорита.— В кн.: Космическое вещество на Земле. Новосибирск: Наука, 1976.
7. Гиндилис Л. М. и др. Наблюдения аномальных явлений в СССР. Статистический анализ.— М.: ИКИ АН СССР, 1979.
8. Дмитриев А. П. Физические особенности процесса аккумуляции солнечной энергии кристаллическим веществом Земли.— Геология и геофизика, 1963, № 11.
9. Зигель Ф. Ю. К вопросу о природе Тунгусского тела.— В кн.: Метеоритные и метеорные исследования. Новосибирск: Наука, 1983.
10. Золотов А. В. Проблема Тунгусской катастрофы 1908 г.— Минск: Наука и техника, 1969.
11. Иванов К. Г. Классификация вспышечных ситуаций на Солнце и изолированное возмущение в околосолнечном, межпланетном и околоземном пространстве.— В кн.: Межпланетная среда и магнитосфера Земли. М.: Наука, 1982.
12. Калинин Ю. Д. Геомагнитные вековые вариации в СССР и внутреннее строение Земли.— Л.: Гидрометеосводат, 1946.
13. Касьяненко Л. Г. Влияние изменений магнитного поля Земли на наблюдаемые геомагнитные аномалии.— Геомагнетизм и аэрономия, 1979, т. 19, № 3.
14. Ксанфомалити Л. В. Электрическая активность атмосферы Венеры.— Космические исследования, 1983, т. 21, вып. 2.
15. Ковалевский И. В. Некоторые вопросы энергетики солнечно-земных связей.— В кн.: Межпланетная среда и магнитосфера Земли. М.: Наука, 1982.
16. Коробейников В. П. и др. Моделирование и расчет взрыва Тунгусского метеорита.— В кн.: Взаимодействие метеоритного вещества с Землей. Новосибирск: Наука, 1980.
17. Кулик Л. Бразильский двойник Тунгусского метеорита.— Природа и люди, 1931, № 13-14.
18. Львов Ю. А. и др. Зола в слое торфа 1908 года.— В кн.: Вопросы метеоритики. Томск: Изд-во ТГУ, 1976.

19. Зосимович Н. Д. Геомагнитная активность и устойчивость корпускулярного поля Солнца.— М.: Наука, 1981.
20. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах.— М.: Мир, 1979.
21. Падение метеоритов и образование континентов.— Природа, 1983, № 1.
22. Поспелов Г. Л. Об «очаговой зоне» земной коры, «магматогенной короне» Земли, «ареалах магматизма» и «структурных ассоциациях интрузивов».— Изв. АН СССР, сер. геол., 1959, № 3.
23. Поспелов Г. Л. Об основных структурно-энергетических уровнях возможных состояний реальных макромасс Земли.— Геология и геофизика, 1970, № 5.
24. Ротанова Н. М., Пушкин А. П. Глубинная электропроводность Земли.— М.: Наука, 1982.
25. Рыкунов А. Л. Сопоставление крупномасштабных особенностей геофизических полей.— Докл. АН СССР, 1982, т. 267, № 6.
26. Савинский К. А., Туголесов А. А. Геофизические характеристики и некоторые особенности глубинного строения Сибирской платформы.— В кн.: Региональные геофизические исследования в Сибири. Новосибирск: Наука, 1967.
27. Сингер С. Природа шаровой молнии.— М.: Мир, 1973.
28. Фаст В. Г. Статистический анализ параметров Тунгусского выпала.— В кн.: Проблема Тунгусского метеорита. Вып. 2. Томск: Изд-во ТГУ, 1967.
29. Фотиади Э. Э., Каратаев Г. И. Строение земной коры Сибири и Дальнего Востока по данным региональных геофизических исследований.— Геология и геофизика, 1963, № 10.
30. Цикулин М. А. Приближенная оценка параметров Тунгусского метеорита 1908 года по картине разрушений лесного массива.— Метеоритика, 1969, вып. 20.
31. Яновский Б. М. Земной магнетизм.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1978.
32. Fireballs, volcanism and quakes.— Geotimes, 1982, v. 27, N 7.
33. Maocabee S. Photometric properties of a bright object seen of the coast of New Zealand.— Applied Optics. 1979, v. 18, N 45.
34. Persinger M. A., Gyslain F. Space-Time transients and unusual events.— Chicago, 1977.

ИГиГ, ИТПМ СО АН СССР
Новосибирск

Поступила в редакцию
20 ноября 1984 г.

A. N. Dmitriev, V. K. Zhuravlev
TUNGUSSIAN PHENOMENON OF 1908,
CORONAL MICROTRANSIENT

The paper deals with the paradox in the study of the Tunguska meteorite: as the store of the data on this phenomenon and the processes accompanying it enlarges, the vagueness in the solution of the main problem (its nature) rises. Proposed hypotheses deal in the main either with some aspects of the phenomenon or they lack of quantitative estimates. In this paper Tunguska phenomenon is considered as the link in solar-earth relations. Cosmic body exploded in the summer of 1908 is considered as a kind of analogue of coronal transient representing the burst of thickened solar plasma, that is stabilized by freed magnetic field. In principle the possibility of natural origin of such body called as solar energofor is involed in the concepts of nonlinear thermodynamics by I. Prigozhin. Proposed hypothesis eliminates most of principal contradictions which arise in summarizing a great amount of field data and the data from archives.

УДК 552.4(571.5)

Н. В. ПОПОВ

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ
И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ
СУННАГИНСКОГО БЛОКА АЛДАНСКОГО ПИТА

На примере конкретного региона показана перспективность формационного картирования высокометаморфизованных толщ. Анализ карты метаморфических формаций позволил сделать вывод о стратиграфической последовательности структурно-вещественных комплексов (надформаций). Внутреннее строение и ассоциация формаций дают представление о первичных условиях образования высокометаморфизованных толщ. Наиболее интересный вывод о том, что калиевые метаэффузивы (чарнокито-гнейсы) предшествуют натриевым (эндербито-гнейсы), противоречит данным по другим архейским щитам и, вероятно, указывает на специфический характер образования протокоры на Алданском щите.