АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

Препринт № 20

А.Н. Дмитриев, Г.Н. Новиков,
В.П. Скавинский

ЛОКАЛЬНЫЕ ГЕОФИЗИКО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕКТОНОФИЗИЧЕСКИХ РАЙОНОВ ГОРНОГО АЛТАЯ

НОВОСИБИРСК 1989

Дорогой Александровичу
Долгову
с пожеланиями
доброты
А. Ашурков 02.03.90 г.

Ивов Дмитрий
Тимофеевич

© Институт геологии
и геофизики СО АН СССР,
1989

По мере исследования необычных явлений светящихся образований в атмосфере и ближнем космосе обнаружено два вида зависимости локализации этих образований. Во-первых, выявлено, что частота встречаемости необычных атмосферных явлений (НАЯ) резко нарастает в районах со сложными тектонофизическими напряжениями - эндогенный контроль генерации НАЯ. Во-вторых, в ряде горных районов отчетливо проявилось, что число аномальных событий в период активного Солнца резко возрастает, т.е. вторая причина нарастания генерации НАЯ - космофизическая. Это дало повод сделать предположение о "гелиочувствительных" участках литосферы. Такое предположение оказалось полезным и в плане обнаружения специфики сейсмичности в некоторых "гелиочувствительных" районах (например, Алтай, Камчатка /31/).

I. Состояние проблемы, актуальность и постановка задачи

В последнее время расширение географии антропогенной деятельности и возрастание энергоемкости техногенных процессов привело к перегрузке ряда геологических систем и процессов /5,30, 33/. Эти перегрузки вызывают новый тип новообразованных процессов - техноприродные быстропротекающие явления /4,11/. Особенно большое значение изучение быстропротекающих НАЯ может иметь в плане интерпретации некоторых видов этих процессов как прямых предвестников климатического срыва (хаоса), на который указывает К.Я.Кондратьев /15/. Кроме того, развитие физики Земли поставило ряд вопросов о степени чувствительности структур литосферы к внешним возмущающим факторам деформационной /13/ электромагнитной природы /5,29/. Опыт изучения необычных явлений указывает на устойчивую локализацию этих явлений в пределах конкретных пространственных зон и их повторяемость на значительном интервале времени /6,9/.

Исследования, проведенные в различных сейсмически активных регионах, зонах субдукции /8/, консолидированных /43/ зонах, а также в техногенных условиях /27/, зачастую дают основания считать, что указанная группа явлений связана неоднозначно с тектонической деятельностью (или техническими экспериментами, которые играют роль стимулирующего воздействия), а опосредована через процессы взаимодействия геолого-геофизической подсистемы с атмосферой /42/ и по каналу солнечно-земных взаимосвязей /37,41 /.

На наличие пространственной связи этих явлений с основными геоструктурными элементами указывалось неоднократно (в основном со структурами первого порядка) П.Деверо (Дайфед, Англия) /36/, А.Н.Дмитриевым (Алтай) в специальных публикациях, В.Н.Сальниковым (Франция) /42/. Следует заметить, что на фоне основных структур наблюдается мозаичность поля пространственного распределения НАЯ. Эффект локализации выявлен и для других быстропротекающих геофизических процессов: предвестников землетрясений /2,28/, шаровых молний /38/, грозовой деятельности /34/, генерации облачности /19,32/.

Полевые исследования, нацеленные на обнаружение особых микрофизических объектов, натолкнули на целый ряд вопросов, связанных с динамической геофизикой /10,20/.

По мере исследования НАЯ на территории Горного Алтая появилась возможность и необходимость в изучении микрогеофизических участков, над которыми были зарегистрированы формирования того или иного вида светящихся образований. Несмотря на трудность попадания в такие места, способствующие генерации НАЯ, несколько точек было найдено. На одной из них был осуществлен ряд геофизических работ по изучению поведения локальных геофизических полей (в основном магнитного и электрического). В дополнение к результатам прошлых лет в полевой сезон 1988 г. были проведены повторные исследования с целью подтверждения ранее полученных результатов и расширения перечня инструментальных регистраций. Вновь полученные измерительные данные позволяют более глубоко оценить аномальный характер поведения геофизических полей в этих точках и ближе подойти к объясняющим моделям образования световых явлений.

Кроме того, расширение области исследований и детализация изучения микрогеофизических объектов потребовали и смены обычных

геофизических концепций. В частности, потребовалось обязательное комплексирование геолого-геофизических подходов, поскольку наметились неожиданные корреляции далеко отстоящих геологических и геофизических процессов. Эти корреляции начались с хорошо известных пространственных взаимосвязей. В целом все более отчетливо выявляется кооперация геологических, геохимических и геофизических процессов. Ранее отмечаемая "организменная" модель Земли /39/ начала обретать все более ощутимый характер, и геолого-геофизическая синергия становится прямым предметом исследований. Это еще одна сильная сторона изучения аномальных явлений, которые поставляют информацию для обнаружения, где-то и оценки кооперации локальных и региональных процессов.

Постепенно вскрываются явления, свидетельствующие о тесной взаимосвязи процессов во внешних и внутренних геосферах, включая и солнечно-земные взаимосвязи /29,31/. Именно поэтому все более настоятельной становится проблема поиска "муфт сцепления" нижнего и верхнего полупространств в вертикальном перетоке энергии, вещества, информации. В связи с этим требованием мы сочли уместным привлечь новый подход в исследованиях вещественной коммутации между литосферой и атмосферой посредством регистрации динамики по малым составляющим атмосферы в газовой и аэрозольной фазах. Действительно, как оказалось, наиболее яркая феноменологичность, значительность выборки событий и степень выраженности НАЯ присуща регионам с развитой тектоникой ввиду разнообразия возмущающих воздействий. И ранее проделанная работа показала возможность картирования локальных участков в пределах более крупной электрогенерационной структуры геофизическими методами /6/. Однако логика исследований требует ответа на вопрос об устойчивости полученных нами ранее результатов по поведению геофизических полей во времени. Кроме того, применение анализа малых составляющих атмосферы может охарактеризовать "дыхание литосферы" не только как вертикальное перераспределение вещества, как отражение тектонопроцессов /5/, но и как энергообмен на границе полупространств в целом.

Нижеследующие результаты исследований излагаются в направлении от анализа состояния локальных геофизических полей через радиотехнические измерения ионосферы к газо-аэрозольным замерам на исследуемой территории.

2. Геофизические и радиотехнические измерения в аномальной зоне

В этом разделе даны результаты по повторной регистрации геофизических и радиотехнических шумовых характеристик в связи с конкретным состоянием эндоволновода. Комплекс измерений проведен в экспедиционный период 1988 г.

2.1. Геофизические измерения

Геомагнитные работы. Площадные работы на геофизическом микрообъекте "Молниебойный хребтик" проводились с использованием квантовых магнитометров по сети 1,0х0,5 м с предварительной разбивкой сети. На плане изодинам ΔT_A зона локализации НАЯ* выделяется весьма контрастно, в ее пределах имеют место несколько очень интенсивных локальных магнитных структур, например, юго-западная магнитная структура с градиентами вектора T_A до 1500 нТ·м$^{-1}$. Указанная структура является непосредственно областью локализации НАЯ. В отрицательном полюсе юго-западной структуры были установлены магнитовариационные станции (рис.1)**.

Исследование характера магнитных вариаций в аномальной зоне. Изучение магнитных вариаций проводилось с целью выяснения особенностей спектральных характеристик. В пределах юго-западного магнитного диполя устанавливались два магнитометра: в одном случае на расстоянии 1,5 м друг от друга, так чтобы один из них находился на нулевой изолинии ΔT_A, а другой в градиентной зоне; во втором случае магнитометры разносились по вертикали ΔH= 0,5 м. Третий магнитометр находился на базовой точке в спокойном магнитном поле. Режим работы приборов – магнитовариационная станция, отсчеты брались через минуту. Выносными магнитометрами запись проводилась автоматически 13.08.88 – 15.08.88. В результате получена серия вариационных кривых при различном положении приборов относительно аномальной зоны (см. рис.1). Следует отме-

---

* Установление зоны было осуществлено одним из авторов в июле 1979 г. путем засечки точки появления и исчезновения крупного светящегося шара.

** Рисунки см. в приложении.

тить резкое изменение в характере и интенсивности вариаций в сторону нулевой изолинии (высокие градиенты, абсолютное повышение интенсивности поля на высоту) (рис.2).

Обращает на себя внимание противофазное развитие вариаций в аномальной зоне по отношению к нулевой изолинии и базовой точке.

Временные выборки подверглись спектральному оцениванию по методике, описанной в 2.2. При обработке использовались три независимых алгоритма спектрального преобразования. Компилируя частотные ряды, можно выделить следующее. Во всех вариационных распределениях присутствуют гармоники 25-19, 15-12, 8-5 мин. Наряду с этим отдельные ряды обладают индивидуальными особенностями спектральных функций. Наиболее существенными, на наш взгляд, являются наличие периода 160-150 мин в спектральном распределении базовой вариации и нулевой изолинии и смещение плотности спектральной энергии в сторону высоких частот вариаций в аномальной зоне. Анализ спектров второго порядка указывает на наличие трех видов периодичностей спектральных максимумов: 5-8, 20-25, 37-40 мин (рис.3), которые вызваны, по всей видимости, конструктивной интерференцией /22/.

Профильные работы проводились по опорной сети в пределах локальной зоны методами естественного электрического поля, магниторазведки, радиометрии. Методика работ описана в более ранних специальных публикациях. Радиометрия была представлена методом ионизирующих излучений по α-, β^--излучениям с использованием прибора "Прогноз", оснащенного блоком детектирования СБМ19, шаг съемки составил 0,5 м. Величина дозы ионизирующего излучения вычислялась как среднее десяти мгновенных отсчетов, снятых с интервалом 2 с через 30 с.

Потенциал ЕЭП имеет повышенное положительное значение (до +20 мВ) на участке развития слабомагнитных пород. Гамма-активность по профилю не имеет выраженных особенностей при фоновом уровне до 10 мкР·ч$^{-1}$, бета-активность также невысокая, но обнаруживает повышение до 7 част·мин$^{-1}$·см$^{-2}$ и коррелирует с магнитным полем (рис.4).

Режимные геоэлектрические наблюдения были организованы непосредственно на "Молниебойном хребтике" и включали в себя метод ЕЭП при длине диполя 20 м, метод сопротивления установкой Винера

(АБ = I/3MN) по взаимно ортогональным направлениям С-Ю, З-В; одновременно измерялась влажность и температура воздуха, велся отбор проб газовой и аэрозольной составляющих ртути в приземном слое воздуха. Фрагмент вариаций указанных параметров, за исключением газового и аэрозольного анализа ртути, о котором будет сказано отдельно, показан на рис.5. Обращает на себя внимание значительное изменение $\Delta U_{БЗП}$ до II0 мВ на отрезке пяти часов, а также хорошо выраженный спад ρ_K (кажущегося сопротивления) в направлении В-З, что совпадает с направлением простирания зоны смятия. Флуктуации ρ_K в направлении С-Ю менее значительны, хорошо коррелируют с метеопараметрами и связаны с электродными процессами.

2.2. Радиотехнические измерения

Радиотехнические измерения представляют значительный интерес, обусловленный связью между шумовыми характеристиками радиоэфира и состоянием эндоволновода. Они проводились комплектом аппаратуры ESM-IIA, включающего в себя селективный микровольтметр SMV, магнитную рамочную антенну с согласующим устройством FMA. Измерения проводились в режиме AVI (среднее значение синусоидальных сигналов с малым шумом), что связано с высокой точностью измерений в этом режиме. Значение сигнала получается путем линейного детектирования огибающей с последующим осреднением выходного напряжения по фиксированному интервалу времени. Измерения проводились на частотах 0,5; I,0; I,6 МГц в полосе 9 кГц, что является стандартом CISPR. Период измерений с 04.04.88 по 2I.09.88 с интервалом шесть часов; при более частых снятиях показаний полученные значения сводились путем осреднения в интервалы 00-06, 06-I2, I2-I8, I8-24 часа. При пересчете измеренных значений в децибелах в единицы напряженности поля использовались табулированные коэффициенты для соответствующей частоты. В результате получены значения напряженности магнитного поля $H(t)$ в мкВ·м$^{-I}$.

Временная последовательность $H(t)$ подвергалась предварительной обработке и сортировке элементов ряда по различным признакам. Основными операциями по предварительной обработке явились:

анализ на выброс, аппроксимация, интерполяция на участках потери отсчетов.

Динамический диапазон измеренных сигналов в пределах 8 Дб, средний уровень 3,4 Дб. Характер вариации $H(t)$ показан на рисунке 6, наибольшее среднеквадратическое отклонение отмечается на интервалах 25.04.88-14.05.88, 24.05.88-30.06.88 (рис.7). Поинтервальные распределения за период измерений схожи со среднесуточным рядом в этом интервале. Суточная последовательность получена путем почасовой сортировки всей выборки. Здесь выделяются два локальных максимума: 02-06 и 10-14 ч (рис.8). Значения суточного распределения отличаются высокой дисперсией, поэтому ежесуточное повторение хода не всегда сохраняется. Соотношение напряженностей поля ночь-день $H_д(t)/H_н(t)$ для максимальных значений в указанных интервалах также подвержено флуктуациям. На рис.9 показаны среднемесячные амплитудные характеристики и изменение $H_д(t)/H_н(t)$, а также поинтервальные распределения в пределах каждого месяца.

Для анализа временных рядов были применены спектральные методы обработки на основе дискретного и быстрого преобразования Фурье. Эффективность использования методов спектрального оценивания при анализе геофизических последовательностей показана в /17/. Спектральное оценивание проводилось на основе вычисления спектральной мощности (периодограммы). Для сокращения статистической изменчивости спектральных оценок применялось осреднение по частотам. Учитывая, что разрешающая способность осредненных спектральных оценок ниже, чем у периодограммы, и децимация во времени алгоритма Кули-Тьюки ухудшает разделение в области главных лепестков /22/, для выяснения тонкой структуры значения спектральных функций вычислялись в узком частотном окне. Анализу подверглась выборка T = 145 сут при Δt = 1 сут , а также отдельные фрагменты ряда с N = 100÷123 и Δt = 6 ч, соответствующие интервальным выборкам.

В целом отмечается совпадение значений по частотам, полученных различными методами, но имеются отличия в значениях амплитуд, поэтому частотные характеристики представлены в относительных единицах. Качественно оценить амплитуды спектральных функций можно по $\tilde{P}(t,\omega)$ - эволюционной спектральной плотности энергии, которая отражает степень нестационарности процесса.

Таблица I

Гармоника	I	3	5	7	9	I3
Период, в сутках	$106^{+0,4}_{-2,0}$	$45^{+1,5}_{-1,0}$	$26,9^{+0,2}_{-0,3}$	$19,3^{+2,5}_{-0,3}$	$10,0^{+1,0}_{-0,5}$	$7,9^{+0,1}_{-0,3}$
	I5	I7	I9	2I		
	$7,1^{+0,1}_{-0,0}$	$6,4^{+0,1}_{-0,2}$	$5,7^{+0,3}_{-0,0}$	$4,3^{+0,5}_{-0,1}$		

Оценка амплитудного спектра $|\hat{S}(\omega)|$, полученная по БПФ для периодов ниже 30 суток, показана на рис.I0. Ввиду плохой разрешенности БПФ на низких частотах дискретным преобразованием были сгенерированы недостающие частоты. По оценкам спектров уверенно выделяется ряд периодов, нечетные гармоники которого представлены в таблице I. В низкочастотной области можно выделить лишь отдельные интервалы периодов: 3,8-3,5; 3,I5-3,0; 2,75-2,6 сут.Четные гармоники составляют отношения к нечетным как I/3÷I/5. Наибольшие изменения $|\hat{S}(\omega)|$ в ежемесячных спектральных функциях происходят при периодах,меньших шести суток. Исключение составляет частотное распределение за май I988 г., в котором прослеживаются лишь периоды менее 90 ч, а именно: $90^{+1,0}_{-3,0}$, $39^{+1,0}_{-1,0}$, $28^{+0,5}_{-0,3}$ – и более высокого порядка,статистически не значимые. Что касается периодов 90 и 60 ч, то наиболее ярко они проявляются в частотных распределениях за август I988 г. (см. рис.I0д).

Изменение спектральных функций по месяцам вызывает необходимость оценить амплитудные значения, что можно достичь вычислением эволюционных спектров $P(t_0,\omega)$ с интервалом интегрирования Δt= 30 сут в виде

$$P(t_0,\omega) = \int_{t_0}^{t_0+\Delta t} |\hat{S}(\omega)|\, d\omega ,$$

которые представлены на рисунке II. Здесь же показан полосовой спектр $P(t,\omega)$ в полосе I5-9,2 сут. Неоднородность спектральных функций по отдельным месяцам указывает на изменение во времени активной полосы частот, в которой сосредоточена основная доля спектральной энергии. На рис.I2 показаны полосовые энергетичес-

кие спектры в диапазоне $[\omega_1, \omega_1 + \Delta\omega]$, определяемые в виде

$$\eta(\omega) = \int_{\omega_1}^{\omega_1 + \Delta\omega} |\hat{S}(\omega)|^2 d\omega.$$

Для выявления скрытой периодичности в спектральных функциях вычислялся спектр второго порядка как квадрат преобразования Фурье логарифма амплитудного спектра /7/:

$$\bar{f}(\bar{t}) = \left[\int_{-\infty}^{\infty} \log |\hat{S}(\omega)|^2 \exp(-i\bar{t}\omega)\, d\omega\right]^2.$$

Это позволило выделить моделирующий период 2,5 сут или 60 ч (см. рис.10г).

3. Вариации концентрации ртути в атмосфере

Действие приповерхностных факторов вызывает мозаичность геофизических полей, их временные изменения и отражается на "вещественном уровне", а именно в газовом и аэрозольном составе приземного слоя воздуха. Представляет интерес изучение динамики системы аэрозоль-газ и трансформация поля концентрации в приземном слое атмосферы реперных составляющих на примере ртути. С другой стороны, привлечение подобных измерений продиктовано необходимостью рассматривать НАЯ в энергетической взаимосвязи с литосферой и атмосферой.

3.1. Методика отбора и анализа проб

Отбор проб воздуха заключается в том, что с помощью воздуходувки типа ПРВ воздух прокачивается через сорбент в виде стеклянной трубки, покрытой слоем серебра по реакции "зеркало", со скоростью 0,5 л·мин$^{-1}$, контролируемой ротаметром. Время прокачивания составляет 5 минут. При измерениях по региональным профилям прокачивание производилось на высоте 0,15-0,20 м от земли, предпочтительно на открытых участках с наветренной стороны от автодорог. Одновременно на каждой точке измерялась температура приземного слоя воздуха, а при режимных наблюдениях дополнительно температура почвы, атмосферное давление, приходящая солнечная

радиация, направление и скорость ветра. Очищенный перед употреблением термическим способом серебряный сорбент, образующий амальгаму с газообразной ртутью воздуха, после прокачивания воздуха через него плотно закрывается тефлоновыми пробками и может храниться в таком состоянии 6-10 суток.

Методика отбора проб для определения аэрозольной составляющей ртути отличается лишь сорбентом, который состоит из переслаивающейся смеси высокодисперсных пористых материалов (кварцевая вата, аэросил) и порошкового серебра. Коэффициент захвата такого сорбента составляет не менее 95 % для аэрозолей размером около 1 мкм и близок к 100 % для частиц меньшего диаметра. Способ концентрирования аэрозольной формы не отличается от вышеописанного.

Методика анализа проб воздуха заключается в следующем. Газноситель аргон, находящийся в баллоне под давлением 150 атм, с помощью трехступенчатого редуцирования, выравнивающего поток, поступает со скоростью 0,5 $л \cdot мин^{-1}$, контролируемой ротаметром, через серебряный сорбент в измерительную камеру анализатора ртути. Сорбент помещен в кварцевую печь, нагреваемую до 450-550 ^{o}C. Анализ ртути производится атомно-флюоресцентным способом с чувствительностью $2 \cdot 10^{-12}$ г Hg и погрешностью 15 %. Принцип работы анализатора основан на дискретной регистрации резонансно рассеянных парами ртути фотонов, количество которых пропорционально измеряемой концентрации ртути. Применяемый линейный поляризатор уменьшает фон рэлеевского рассеяния газами, а используемый в качестве газоносителя аргон уменьшает тушение флюоресценции на два порядка по сравнению с использованием в том же качестве воздуха.

Анализ ртути, накопленной на сорбентах, производится в одну стадию, то есть "полевой" сорбент помещается в измерительный тракт и анализируется без предварительного перевода адсорбированной ртути на "аналитический" сорбент.

Стандартное время измерения - одна минута, в течение которой интегрально считается количество импульсов (фотонов), пропорциональных концентраций ртути.

3.2. Элементы динамики системы аэрозоль-газ на примере ртути

Режимные наблюдения на северо-западной окраине с. Верхний Уймон были организованы в трех точках в 4, 70, 130 метрах от полевой лаборатории.

Результаты измерений концентрации ртути в газовой и аэрозольной фазах на пункте режимных наблюдений сведены в табл.2. Из таблицы видно, что в пределах пункта режимных наблюдений концентрации ртути на разных точках отличаются, что указывает на геохимически неоднородное строение территории. Фоновое значение концентрации ртути в газовой форме составляет 155 нг·м$^{-3}$, чему близка концентрация ртути в газовой форме на режимной точке 3, а точки 1, 2 находятся в повышенном потоке ртути. Своеобразно поведение и аэрозольной формы ртути (рис.13,14).

Таблица 2

Номер точки	Кол-во наблюдений	Ср.конц. газовой формы Hg	Пределы изменения	$\sigma^г$	Кол-во наблюдений	Ср.конц. аэрозольной формы Hg	Пределы изменения	$\sigma^а$	$\sigma^г/\sigma^а$
		нг·м$^{-3}$				нг·м$^{-3}$			
1	46	11180	2031-34978	7446	-	-	-	-	-
2	7	7023	41-18411	6709	4	1445	78-2899	1440	4,7
3	14	184	21-526	147	9	352	18-822	351	0,42

Механизм формирования концентраций ртути подробно изложен в /21/, здесь же опишем влияние метеопараметров. В падающей температуре почвы и воздуха к вечеру 14.08.88 (см. рис.13) наметился скачок температуры почвы, поддержанный уменьшением давления, стабилизацией относительной влажности, увеличением скорости ветра при том же С-С-В направлении, что проявилось в увеличении концентрации ртути в атмосферном воздухе в газовой фазе, но к 03 ч 15.08.88 естественная седиментация вызвала осаждение газовой и

аэрозольной форм ртути на поверхность почвы. Затем с восходом солнца суточный цикл начал повторяться.

Действие приливной волны, данные по которой любезно предоставлены сотрудником ИГиГ СО АН СССР Ю.К.Сарычевой, в период режимных наблюдений по своему направлению совпадает с эффектом, производимым температурной волной, т.е. увеличение температуры воздуха происходит одновременно-параллельно с приращением $\Delta\varrho$, что вызывает сжимающие напряжения в верхней части литосферы.

3.3. Региональные оценки поля концентрации ртути в приземном слое атмосферы

Региональные оценки получены в результате проведения газортутных работ в различных районах Сибири и увязаны профилем длиною около тысячи километров с севера на юг. Профиль начинался в I км от г.Томска и заканчивался на режимном пункте с.Верхний Уймон (Усть-Коксинский р-н). На рисунке I5 показан профиль измерений с указанием местоположений точек отбора проб (арабские цифры). Стрелками обозначено направление ветра. Скорость ветра в течение всего интервала отбора проб была в основном 0,2-2 м·сек.$^{-I}$ Результаты измерений ртути в атмосфере в газовой фазе показаны на рис.I6. Средняя концентрация ртути составляет 7I6,8 нг·м$^{-3}$, дисперсия - 468 нг·м$^{-3}$, пределы изменений концентраций-от 54 до 3029 нг·м$^{-3}$. Сюда не включен результат, полученный в точке I0, величиной 7066 нг·м$^{-3}$ и вероятнее всего связанный с антропогенным загрязнением от чернореченского цементного завода и городов Новосибирска, Бердска и Искитима. На графике концентраций выделяется интервал от г.Томска до г.Болотное (точки наблюдений I-5), соответствующий Томь-Колыванской зоне с рассеянной ртутной минерализацией. Средняя концентрация по этой зоне $\bar{C}_{Hg}$ = I082,8 нг·м$^{-3}$, σ = I00,2 нг·м$^{-3}$. Далее, от г.Болотное до правобережья р.Катуни в районе с.Усть-Сема (точки 6-2I) - предалтайская зона с концентрацией ртути в воздухе 339 нг·м$^{-3}$, σ = I97 нг·м$^{-3}$, куда входят и антропогенные составляющие от городов Барнаула, Новоалтайска, Бийска, Горно-Алтайска. Третья зона является собственно алтайской, с содержанием ртути $\bar{C}_{Hg}$ = I0I0 нг·м$^{-3}$, σ = 785,5 нг·м$^{-3}$. В этом интервале выделяются, по-видимо-

му, Сарысинско-Курайская ртутная зона (точки 22-23) и Чарышско-Теректинская ртутно-сурьмяная зона (точка 27), характеризующиеся концентрациями ≈ 1300 нг·м$^{-3}$ ртути, между которыми расположены зоны, связанные с "полиметаллическими" районами Горного Алтая. Исключение составляет концентрация ртути в зоне каньона р.Катуни (3029 нг·м$^{-3}$, точка 31); вероятно, такие концентрации имеют пятнистый характер распространения по долине реки. Содержания ртути в приземном слое атмосферы над континентами и океанами и в зависимости от источников существенно различаются, что в обобщенном виде приведено на рис.17.

Рассмотрим результаты изучения поля концентрации ртути в приземном слое атмосферы юга Сибири. На рис.18 приведены районы газортутных работ в различных геолого-тектонических условиях. Проводились как точечные режимные наблюдения (например, Хакасия), так и площадные (по акватории оз.Байкал) и профильные. Неодинаковы были и условия отбора проб. В одних случаях, как например, акватории оз.Байкал и Каспийского моря, отбор проб проводился на высоте 5 м от поверхности; в измерениях по региональному профилю Томск - Новосибирск - Горно-Алтайск - Усть-Кокса отбор проб производился на высоте 0,15-0,20 м от поверхности земли; во всех остальных случаях высота отбора составляла ≈ 1 м. Если концентрация ртути вблизи г.Томска представляет собой среднегодовую величину, то данные по оз.Байкал - средние величины за июнь 1986г. и август 1987г., а в других случаях использовались более короткие временные ряды наблюдений. Эти данные, представленные рядом 2111 почасовых наблюдений (табл.3), позволили привести (см. рис.18) средние величины концентрации газовой формы ртути в приземном слое атмосферы (0,15-5 м) и, где уверенно, а где условно, провести изолинии концентрации ртути преимущественно природного происхождения.

К югу от изолинии 300 нг·м$^{-3}$ Hg лежит обширная область центральной части азиатского континента с рудной и рассеянной ртутной минерализацией, где в отдельных точках содержание ртути в воздухе увеличивается на 1-1,5 порядка. Примером тому служат результаты работ по региональному профилю Томск - Усть-Кокса, где величины концентрации газовой формы ртути соответствуют возрасту пород и величине рудной минерализации. Примечательно, что максимальные природные концентрации ртути (точка 31) и антропо-

Таблица 3

Величины концентрации газовой формы ртути в приземном слое атмосферы

№ п/п	Наименование точек наблюдения	Количество точек наблюдения	Среднеарифметическая концентрация, нг·м$^{-3}$	Интервал изменения, нг·м$^{-3}$
I	Томск (окрестности)	68	247	I3-765
2	Новосибирск (окрестности)	9	230	I4-405
3	Дальнегорск (Приморье)	I5	586	I54-2880
4	Усть-Кокса (Алтай)	6I	6I8	2I-8675
5	рудник Егорьевский (Салаир)	246	264	0,5-5928
6	д.Кыргай (Кузбасс)	II0	358	9-2696
7	с.Малая Сыя (Хакасия)	25I	927	5I-264I7
8	Каспийское море (акватория)	249	I86	9-4438
9	Побережье Каспийского моря (Южный Дагестан)	6	2977	2028-4754
I0	пос.Лиственичное (Байкал)	38	9I4	I53-3048
	Байкал, акватория:			
II	южная	202	882	I-I5288
I2	средняя	360	II69	0,5-838I0
I3	северная	496	206	0,I-2543

генные загрязнения (точка I0) сопоставимы между собой. Более условно, по единичным измерениям и геолого-геофизическим данным, проведена изолиния 200 нг·м$^{-3}$ Hg. Таким образом, можно утверждать, что концентрация ртути на Евразиатском континенте увеличивается с запада на восток: от I-3 нг·м$^{-3}$ над Атлантическим океаном /40/ до 7-I0 нг·м$^{-3}$ на восточном побережье Балтийского моря /I2/, I86 нг·м$^{-3}$ - над акваторией северной части Каспийского моря до II69 нг·м$^{-3}$ в средней части оз.Байкал, являющейся частью континентальной рифтовой зоны. Представляется, что изолиния 300 нг·м$^{-3}$ Hg оконтуривает с севера, возможно, самую обширную провинцию с повышенной концентрацией ртути в атмосфере.

Интерес представляют спектральные оценки массивов данных временных последовательностей концентраций ртути в приземном

Таблица 4

Байкал, 1986, ч*	Байкал, 1987, ч	Салаир, 1986, мин
83	–	91
51	–	71
28,4	–	58
25,6–25,2	24	49
–	22,5–21,5	40–43
16	11,8–11,3	34–32
12,2	8,2–8	26–24
8,5	6,6	23–20
8	5,8	17
4,7–5	4,7–5	15
4,2	4–3,8	13
2,8	3,6–3,4	10,5?
2,5	3,1–3,2	–
2,3–2,1	2,8–2,5	–

* Время дискретизации шага.

слое атмосферы. Для примера воспользуемся данными, полученными в июне 1986 г. ($N = 198$) и августе 1987 г. ($N = 481$) по акватории оз.Байкал с шагом дискретизации 1 ч и по Салаирскому кряжу за август 1986 г. ($N = 84$, $N = 85$) с шагом дискретизации 5 мин. Спектральные оценки данных вычислялись разными методами, и в таблицу 4 сведены основные частоты, присущие, на наш взгляд, всей Сибири.

4. Обсуждение результатов

Локальные зоны, в пределах которых наблюдаются изучаемые атмосферные явления, достаточно уверенно картируются магнитно-электроразведочными методами; им присущи интенсивные геомагнитные вариации, обладающие значительными градиентами. По всей видимости, высокоамплитудные вариации связаны с эффектом усиления поля в окрестности локальной магнитной неоднородности, на что указывал

ряд исследователей. Подобные магнитные образования могут быть индикаторами изменения напряженного состояния среды /I6,23/.

Проведенное спектральное оценивание геомагнитных рядов показало наличие спектральных пиков на интервалах I60-I50 мин, 40-30 мин, I5-I2 мин, 8-5 мин и конструктивной интерференции с периодами 40-35 мин, 20 мин, 8 мин. Спектральные оценки имеют экспоненциальное распределение и могут быть описаны в виде $x\,\omega^{-\gamma}$, где $\gamma \approx I,3 \div I,5$. Обращает на себя внимание совпадение спектрального состава представленных измерений со спектральным составом измерений глобальных полей и процессов (межпланетное магнитное поле (ММП), космические лучи (КЛ), собственные регулярные колебания Земли) (табл.5). Корреляционные зависимости между вариациями магнитного поля и КЛ, а также соответствующими модуляциями ОНЧ-излучения выявлены также для периодов P_c 2, 3 /I8/. Это, в свою очередь, позволяет сделать предположение об общем источнике возмущений, на что указывалось в /25/.

Хорошая сходимость полученных данных с результатами ранее проведенных работ позволяет констатировать, что изучаемую площадь можно отнести к "чувствительной зоне", характеризующейся интенсивной реакцией среды на результаты слабых воздействий. О существовании подобных свойств среды указывалось в /I4/.

На основе анализа статистических и спектральных закономерностей поля радиошумов можно сделать следующие выводы. Напряженность поля радиошумов по магнитной компоненте неоднородна по амплитуде и спектральному составу. Спектр содержит дифференцируемый ряд частот. Длиннопериодные колебания, вероятно, вызваны солнечно-земными и лунно-земными взаимосвязями. Максимальная дисперсия поля наблюдается в июне, в это же время зафиксировано красноватое свечение над Теректинским хребтом, но в спектральном ряде заметных отклонений не выявлено. Наибольший уровень сигнала в месячных выборках отмечается в дневное время, что обусловливает дневной максимум в суточном распределении. Высокий уровень сигнала в апреле и сентябре, по всей видимости, связан с осенне-весенней активностью, которая идентифицируется по спектральной плотности энергии в длиннопериодных гармониках. Снижение уровня низкочастотных составляющих в майском спектре и очень низкий уровень в последующем месяце связаны с нарушением состояния эн-

Таблица 5

	Гармоники в минутах							
Экспериментальные данные	160–150		90		25	19	15–12	8–5
ММП				34,5		18,5	13,5	
КЛ					25	16,7	13,9	11,4
КЛ	265–160	120	60	40		20	15	
Собственные регулярные колебания Земли	160–95			35–40				
Короткопериодные магнитные вариации		120–20		30–10				
Периоды интерференции. Экспериментальные данные				40–35	20			8

доволновода и, вероятно, вызваны техническими экспериментами. Основная плотность спектральной энергии в мае распределена в периодах 70–25 часов. На фоне июньского понижения уровня сигнала и относительно низкой спектральной плотности во всем диапазоне выделяется отчетливый максимум в активной полосе 6,1–2,3 суток. Понижение уровня спектральной плотности в низкочастотном диапазоне (КНЧ-шума) наблюдалось во время солнечного затмения /1/, а также во время технических экспериментов, нацеленных на уменьшение электронной концентрации в F_2 /3/. Исходя из возрастания частоты появления НАЯ при снижении уровня геомагнитной активности /4,9/ становятся в определенной степени закономерными наблюдения НАЯ в июне на изучаемой территории. Дальнейшее смещение активной полосы в сторону коротких периодов наблюдается в июле-августе, оно сопровождается увеличением уровня сигнала в ночные часы.

Таким образом, на анализируемом отрезке времени наблюдается эффект "перекачки" плотности энергии в сторону коротких периодов

Таблица 6

№ п/п	Дата	Время отбора проб, ч	Температура воздуха, °С	Относительная влажность,%	Аэрозольная фаза / газовая фаза нг·м$^{-3}$	Соотношение в отн.ед.
I	I4.08.88	I7-30	23,9	36	I8I9 / 96	I9,95
2	-"-	I8-05	23,4	37	78 / 4I	I,90
3	-"-	I9-00	22,7	57	984 / 72	I3,67
4	-"-	20-05	I9,7	72	737 / 27	27,30
5	-"-	2I-05	I7,4	7I	66 / I07	0,62
6	-"-	22-05	I2,3	78	708 / I93	3,67
7	-"-	24-00	7,5	-	822 / 2I3	3,86
8	I5.08.88	0I-00	6,3	95	3 / 29I	0,0I
9	-"-	02-00	6,4	97	90 / 342	0,26
I0	-"-	03-00	4,0	97	2 / 27	0,07
II	-"-	04-00	3,5	98	I8 / 2I	0,86
I2	-"-	06-00	I,9	98	230 / I32	I,74
I3	-"-	20-00	20,4	70	2899 / 83II	0,35

при переходе весна-лето. Выделяется фиксированный интервал периодов, в котором спектральная мощность максимальна, что коррелирует с проявлением НАЯ. Это обстоятельство позволяет сделать пред-

положения об эффективности этого диапазона по отношению к генерации НАЯ. Аналогичный эффект возмущения спектра флуктуаций и перекачки мощности в область малых периодов отмечен при изучении микропульсаций КЛ /35/.

На Алтае, в районе с.Верхний Уймон, соотношение ртути в газовой и аэрозольной формах явно смещено в сторону газовой ртути и в ночное время газовая ртуть составляет более 99 % суммарной, что чище, чем в самых "чистых" районах Северного Байкала (Баргузинский заповедник) (табл.6). Значительные концентрации ртути над рудными ртутными зонами и разломом р.Катуни позволяют утверждать наличие восходящих потоков ртути в атмосферу, а эти зоны рассматривать как источники ртути. Благодаря чистому от аэрозолей воздуху время жизни элементарной ртути в атмосфере незначительно (от нескольких часов до 7-I4 дней). Примером повышения концентрации ртути в приземном слое воздуха по границам отдельных блоков могут послужить результаты проведенного газортутного профилирования по геофизической сети. Газортутные аномалии на профиле "Молниебойный хребтик" хорошо коррелируют с магнитными аномалиями. На рисунке I9 приведены концентрации ртути по хребту обрамления западной части Уймонской степи, по правому берегу р.Катуни (Молниебойный хребтик") (профиль I), а на рис.20 - по долине р.Уймон от ее предгорной лесистой части (точки I-5) вдоль пшеничного поля до с.Верхний Уймон (точка 25) и далее по окраине деревни вверх по течению р.Катуни (профиль 2). Данные измерений ртути на пункте режимных наблюдений и на профилях I и 2 систематизированы в виде гистограммы, где первая мода соответствует фоновой концентрации ртути в этом районе в данное время со средневзвешенной концентрацией ртути I55 нг·м$^{-3}$; средневзвешенное значение второй моды - 59I нг·м$^{-3}$ - соответствует местным локальным аномалиям, а третья мода - 36I7 нг·м$^{-3}$, по-видимому, связана с наиболее активными в тектоническом отношении зонами. Интервал изменения содержания ртути в газовой фазе в приземном слое воздуха на высоте 0,I5-0,20 м составляет от 2I до 8675 нг·м$^{-3}$ (рис. 2I). Линейно-пятнистый характер поля концентрации ртути в приземном слое атмосферы показан на рис.22. При более детальном изучении количество и размеры аномальных зон могут значительно измениться.

Степень напряженности геолого-геофизической системы почва-

атмосфера для ртути интегрально определяется по отношению площадей источников и областей стоков ртути на поверхности земли и для данного района характеризуется как высокая.

Исходя из опыта предыдущих работ предложена одномерная блок-схема массопереноса на объекте "Молниеобойный хребтик" (профиль I) (рис.23). Стрелками показаны направления потоков ртути из почвенного слоя в атмосферу и из атмосферы в почву; высота приземного слоя атмосферы условная, штриховыми линиями породы разбиты на блоки. Основной поток ртути направлен на блок пород между точками 7-I4, что не противоречит данным по естественному электрическому полю.

В целом поведение ртути в атмосфере вблизи с.Верхний Уймон можно рассматривать как природную саморегирующуюся геолого-геофизическую систему.

Приведенные выше рассуждения указывают на наличие эффекта усиления внешних по отношению к изучаемой территории факторов, создающих общие предпосылки генерации НАЯ, но не ответственных за конкретные случаи электрогенерации. На наш взгляд, связующим звеном между макроскопическими предпосылками формирования НАЯ (локальная геологическая обстановка, атмосферные процессы) и микрофизическими механизмами непосредственно свечений выступает система аэрозоль-газ.

Суточная динамика системы аэрозоль-газ в совокупности с температурой и относительной влажностью связана с эволюцией объемного заряда в приземном слое воздуха. Абсолютное превышение газовой фазы над аэрозольной в ночные часы с одновременным понижением температуры и повышением относительной влажности означает уменьшение осаждения газовой фазы (в том числе ионов) на аэрозоле и сопровождается инверсией знака объемного электрического заряда в приземном слое воздуха, что должно выражаться в более интенсивных газовых потоках. Характер изменения электрических параметров атмосферы описан в /26/.

Понижение температуры ведет к снижению эффективного слоя аэрозоля и частичному выпадению наиболее крупных частиц на подстилающую поверхность, обладающую избирательными свойствами. Можно предположить, что поведение системы аэрозоль-поверхность контролируется, помимо всего прочего, естественным электрическим полем и это создает дополнительный фактор разделения зарядов.

Повышение относительной влажности приводит к поглощению газовой фазы обводненным аэрозолем определенного спектрометрического состава и формированию на нем эффективного поверхностного потенциала, в результате чего на колебательных уровнях молекул воды запасается энергия, механизмы высвечивания которой описаны А.И.Григорьевым /7/ и Е.Б.Протасевичем /24/. Предложенный механизм взаимодействия на границе полупространств при формировании светящихся образований не противоречит наблюдаемым пространственно-временным закономерностям НАЯ.

Литература

1. Башкуев Ю.Б., Буянов Д.Г., Хаптанов В.Б. Вариации КНЧ-шума во время солнечного затмения 31 июля 1981 года // Распространение радиоволн. Улан-Удэ , 1987. С.120-132.

2. Бородзич Э.В., Галинский А.М., Яницкий И.Н. Перспективы развития прогностических исследований // Прогноз землетрясений. № 10. Душанбе, 1988. С.268-285.

3. Водяницкий С.Я., Данилушкин А.И., Красносельских В.В. и др. Изменение уровня КНЧ-шумов на земной поверхности в магнитосопряженной области при проведении эксперимента. М., 1987. 12 с. (Препр./ АН СССР, ИЗМИРАН; № 49 (738)).

4. Голикова Р.А., Мирзалис И.В. Уровень геомагнитной и солнечной активности и некоторые типы аномальных явлений // Непериодические быстропротекающие явления в окружающей среде. Томск, 1988. Ч.1. С.98.

5. Горяинов П.М., Давиденко И.В. Гипотеза тектонокесонного эффекта: геодинамические и металлогенические следствия // Изменение сопряженности деформированного состояния и свойств пород в массиве при отработке месторождений полезных ископаемых. Апатиты, 1985. С.67-74.

6. Гохберг М.Б., Моргунов В.А., Похотелов О.А. Сейсмоэлектромагнитные явления. М.: Наука, 1988. 174 с.

7. Григорьев А.И. К объяснению феномена "курильского света" // Метеорология и гидрология. 1988. № 5. С.67-75.

8. Двужильный В.В., Журавлев В.К. Дальнегорский феномен // Непериодические быстропротекающие явления в окружающей среде. Томск, 1988. Ч.1. С.120-121.

9. Дмитриев А.Н. Тунгусский феномен и геомагнитный режим 1908 г. // Актуальные вопросы метеоритики в Сибири. Новосибирск, 1988. С.105-113.

10. Дмитриев А.Н., Журавлев В.К. Тунгусский феномен 1908 года - вид солнечно-земных взаимосвязей. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1984. 143 с.

11. Емлин Э.Ф. Геодинамические процессы на активно разрабатываемых колчеданных месторождениях Урала.Свердловск, 1984. 72 с.

12. Кветкус К.К. О суточном ходе концентрации ртути в приземном слое атмосферы // Физика атмосферы. Вильнюс, 1986. С.42-46.

13. Киссин И.Г. "Чувствительные зоны" земной коры и амплитуды аномалий предвестников землетрясений // Докл. АН СССР.1981. Т.281, № 2. С.304-307.

14. Киссин И.Г. Высокоамплитудные предвестники землетрясений и "чувствительные зоны" земной коры // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1988. № 6. С.3-13.

15. Кондратьев К.Я. Ключевые аспекты биосферных и экологических исследований // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. 1988. Вып.6. С.481-489.

16. Маловичко С.М., Тихоненков Э.П., Мазлов Ю.И. Некоторые особенности вариаций магнитного и электрических полей в пределах крымского сейсмоактивного региона // Современные геодинамические процессы и прогноз землетрясений. М., 1987. С.28-32.

17. Маркус Бат. Спектральный анализ в геофизике. М.: Недра, 1980. 535 с.

18. Минеев Ю.В., Виноградов Е.С., Ларина В.И.Пульсации частиц, магнитного поля и электромагнитных излучений в магнитосфере Земли // Волновые процессы в приземной плазме. М., 1988. С.37-44.

19. Морозова Л.И., Борисов О.М. Причинно-следственные связи взаимодействия литосферы с атмосферой // Методы дистанционных исследований для решения природных задач. Новосибирск, 1986. С.132-139.

20. Моргунов В.А. К природе литосферно-ионосферных связей // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1988. № 5. С.80-87.

21. Новиков Г.Н. О механизме формирования ореолов ртути в приземном слое атмосферы // Тез. докл. Всесоюз. конф. по трансформации и дальнему переносу газовых и аэрозольных примесей в

атмосфере и созданию моделей загрязненности (Вильнюс, I2-I4 ноября I986 г.). Вильнюс, I986. С.96-97.

22. Отнес Р., Эпоксон Л. Прикладной анализ временных рядов. М.: Мир, I982. 428 с.

23. Пархоменко Э.И., Дакулов К.Н. Природа эффекта аномального изменения электрического сопротивления сидеритов под действием давления // Геофиз. журн. I987. Т.9, № 5. С.6I-66.

24. Протасевич Е.Т. Время рекомбинации плазмы ВЧ-разряда в присутствии молекул воды // Химия высоких энергий. I985. Т.I9, № 6. С.3-5.

25. Савина Н.Г., Макаров Е.С., Линьков Е.М., Чернобай И.П. Синхронные наблюдения длиннопериодных колебаний Земли // Изв. АН СССР. Физика Земли. I988. № 8. С.8I-86.

26. Савченко А.В., Уваров А.Д. Исследование аэрозольных электрических и ионных характеристик приземного слоя тропосферы и их связь с метеофакторами // Тр/ Ин-т экспериментальной метеорологии. М., I987. Вып.44. С.9-22.

27. Сальников В.Н. Закономерности проявления аномальных явлений в помещениях // Непериодические быстропротекающие явления в окружающей среде. Томск, I988. Ч.2. С.I08-II0.

28. Сейсмогеологические условия возникновения землетрясений / АН КазССР. Ин-т сейсмологии. Алма-Ата, I986. 223 с. (Деп. в ВИНИТИ 2I.09.87, № 7095-В87).

29. Сытинский А.С. Связь сейсмичности Земли с солнечной активностью и атмосферными процессами. Л.: Гидрометеоиздат, I987. 79 с.

30. Цирс Г.П., Логинов Г.А. Особенности недельных ходов геомагнитных колебаний P_c1 и P_i2 // Геомагнетизм и аэрономия. I985. Т.25. С.I53-I54.

3I. Широков В.А. О суточной ритмичности сильнейших землетрясений в основных сейсмоактивных регионах СССР // Сейсмичность и сейсмический прогноз на Дальнем Востоке. Петропавловск-Камчатский, I986. С.I29-I30.

32. Щепетнов Р.В., Троцкая В.А., Довбня Б.В. Вновь открытое электромагнитное излучение, сопровождающее мощный атмосферный циклон, указывает на взаимосвязь атмосферы, ионосферы и магнитосферы // Докл. АН СССР. I986. Т.290, № 3. С.582-585.

33. Baeckmann W.G. Einflu der variationen des Erdmagnet-

felds auf lange Rohrleitungen // Von "OZE". 1986. Vol.39, N 9. P.180-183.

34. Banta R., Schaaf C. Thunderstorm genesis zones in the Colorado Rocky mountains as determined by traceback of geosynchronous satellite images // Kon. Weather Rev. 1987. Vol.115. N 2. P.463-476.

35. Berezhko E.G., Kozlov V.I., Kuzmin A.I., Tugolukov N.N. Cosmic ray intensity micropulsations associated with disturbances of electromagnetic conditions in the helisphere // 20th Int. Cosm. Ray Conf. (Moscow, Aug. 2-15, 1987) Conf. Pap. SH Sess.Vol. 4. M., 1987. P.98.

36. Devercuch P., Carthey P., Robins D. Bringing UFOs down to Earth // New Scintist. 1983. N 1. P.627-630.

37. Dorman L.I., Libin I.Ya., Yudakhin K.F. Regidity dependences of cosmic ray fluctuations // 20th Int. Cosm. Ray Conf., (Moscow, Aug. 2-15, 1987). Conf. Pap. SH Sess. Vol.4. M., 1987. P.107-110.

38. Egely Gy. Hungarian Ball Lightning observations // Kozp. foz. kut. inter. Prepi. 1987. N 10/D. P.218-228.

39. Richard A. Kerr. No Longer Willful, Gaia Recomes Respectable // Research News, 22 Apr. 1988. P.393-395.

40. Slemz F., Schuster G., Seilez W. Distribution, speciation and budget of atmospheric marcury // J. Atmos. Chem. 1985. N 3. P.407-434.

41. Starodubtsev S.A., Filippov A.I. Fluctuation phenomena in cosmic ray intensity and in interplanetary magnetic field // 20th Int. Cosm. Ray Conf. (Moscow, Aug. 2-15, 1987). Conf. Pap. SH Sess. Vol.4. M., 1987. P.103-106.

Фондовая литература

42. Исследование плазменных явлений в помещениях и электромагнитные системы: Отчет о НИР / Томский политехн. ин-т; руковод. В.Н.Сальников, № Т. 01.03.02.7.; № Инв. I. Томск, 1985-1987. 276 с.

43. Магнитные и электрические поля аномальных мест природно-техногенного генезиса: Отчет о НИР / Томский политехн. ин-т; руковод. В.Н.Сальников. № ГР 02870066284. Томск, 1987. 128 с.

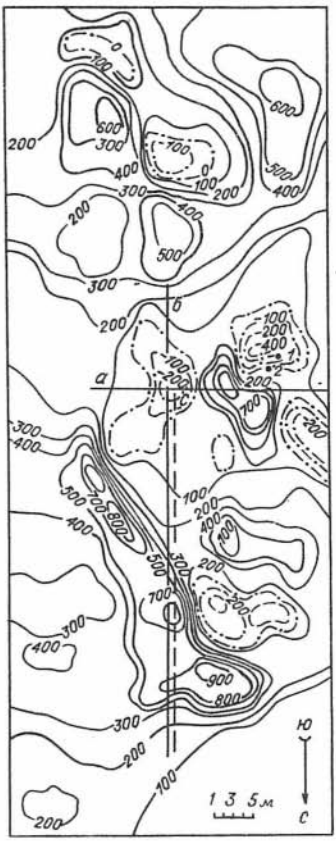

Рис.I.План изолиний ΔT_a; а,б - расположение крестовой установки $\rho_к$, с - диполь $MN_{Е ЭП}$; точки I,2 - магнитовариационные станции

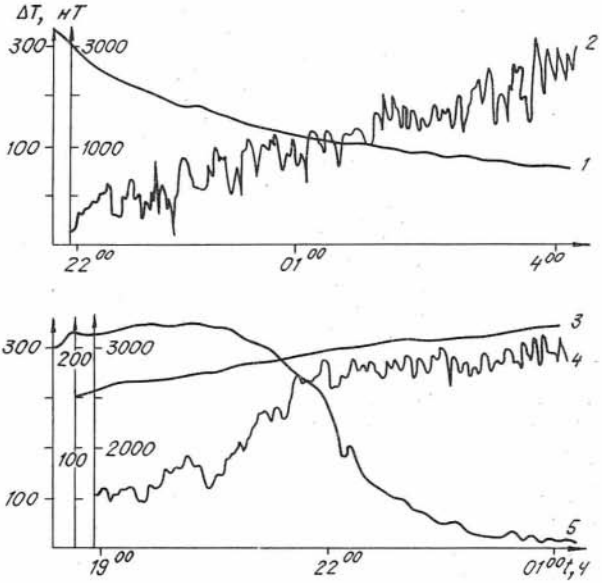

Рис.2. Характер магнитных вариаций в аномальной зоне:
I - станция на нулевой изолинии (I4.08.88); 2 - станция в магнитной аномалии; 3,4 - датчики разнесены по высоте; 5 - базовая вариация (I3.08.88)

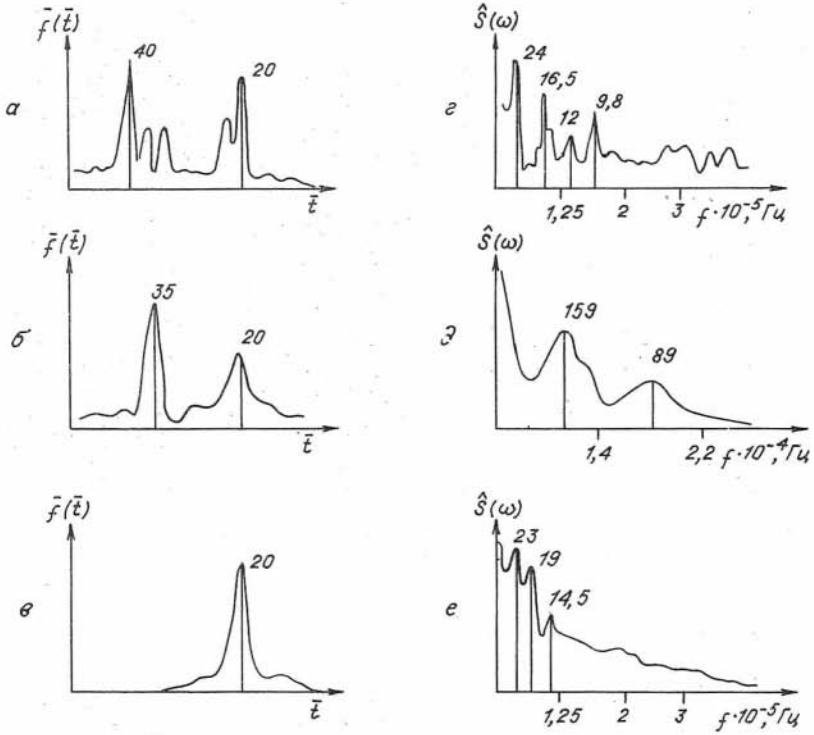

Рис.3. Спектральные оценки магнитных вариаций за 13.08.88. (г,д,е) и соответствующие спектры второго порядка (а,б,в)

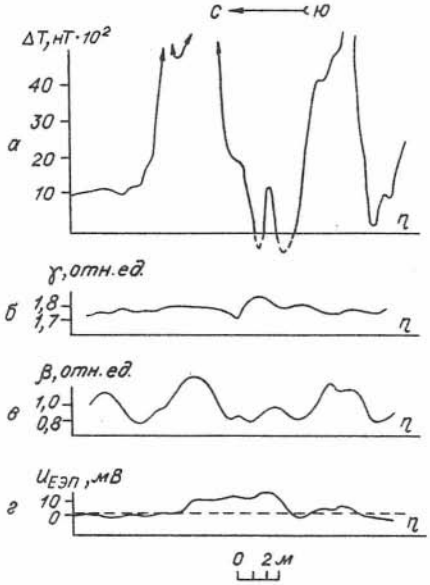

Рис.4. Распределение по опорному профилю в аномальной зоне:
а - магнитного поля; б - гамма-активности; в - альфа-активности; г - естественного электрического поля

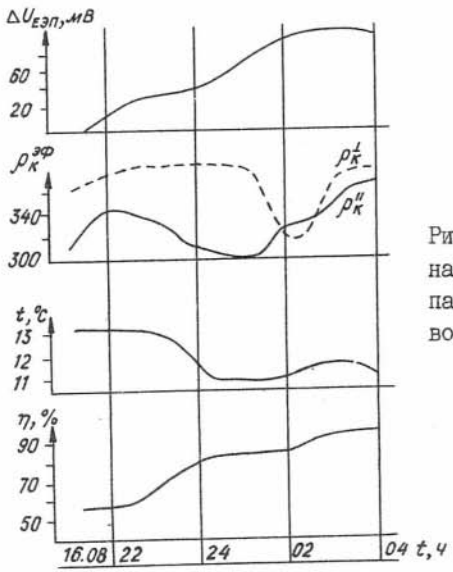

Рис.5. Фрагмент режимных наблюдений геофизических параметров ($\rho_к^{\parallel}$, $\rho_к^{\perp}$, $\Delta U_{ЕЭП}$ воздуха, влажности) в аномальной зоне

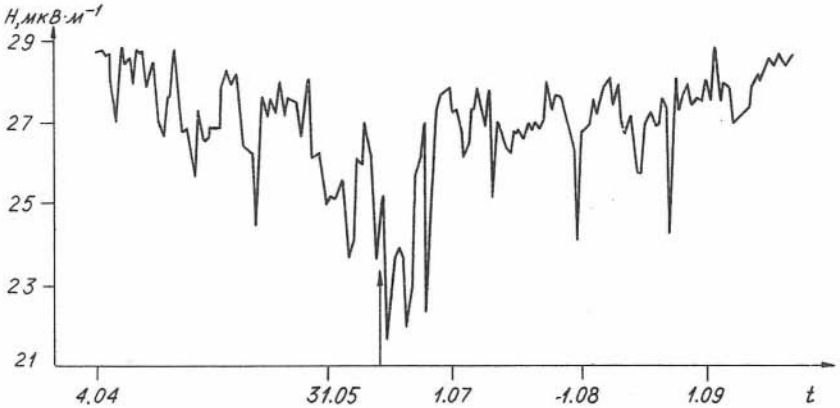

Рис.6. Напряженность поля радиошумов. Стрелкой указан момент свечения над Теректинским хребтом

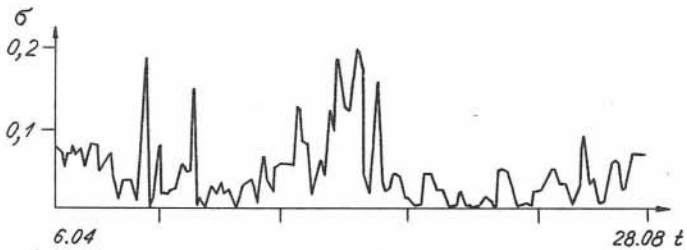

Рис.7. Дисперсия поля радиошумов

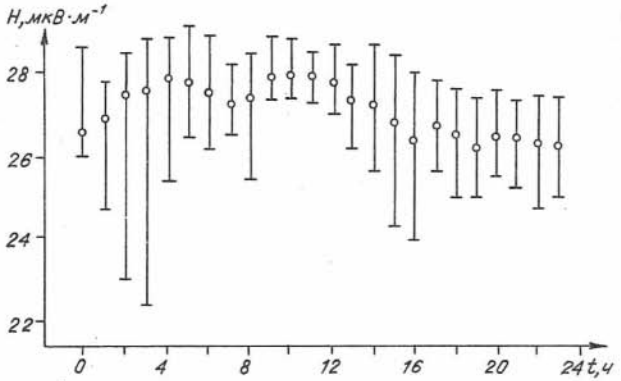

Рис.8. Суточное распределение напряженности поля радиошумов

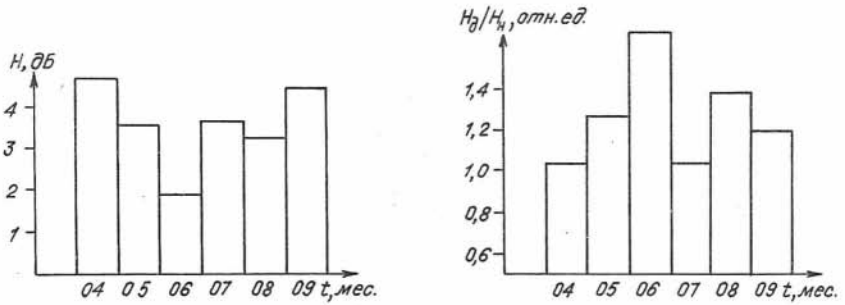

Рис.9. Гистограмма распределения напряженности поля радиошумов и соотношение напряженности ночь/день (04.09.88)

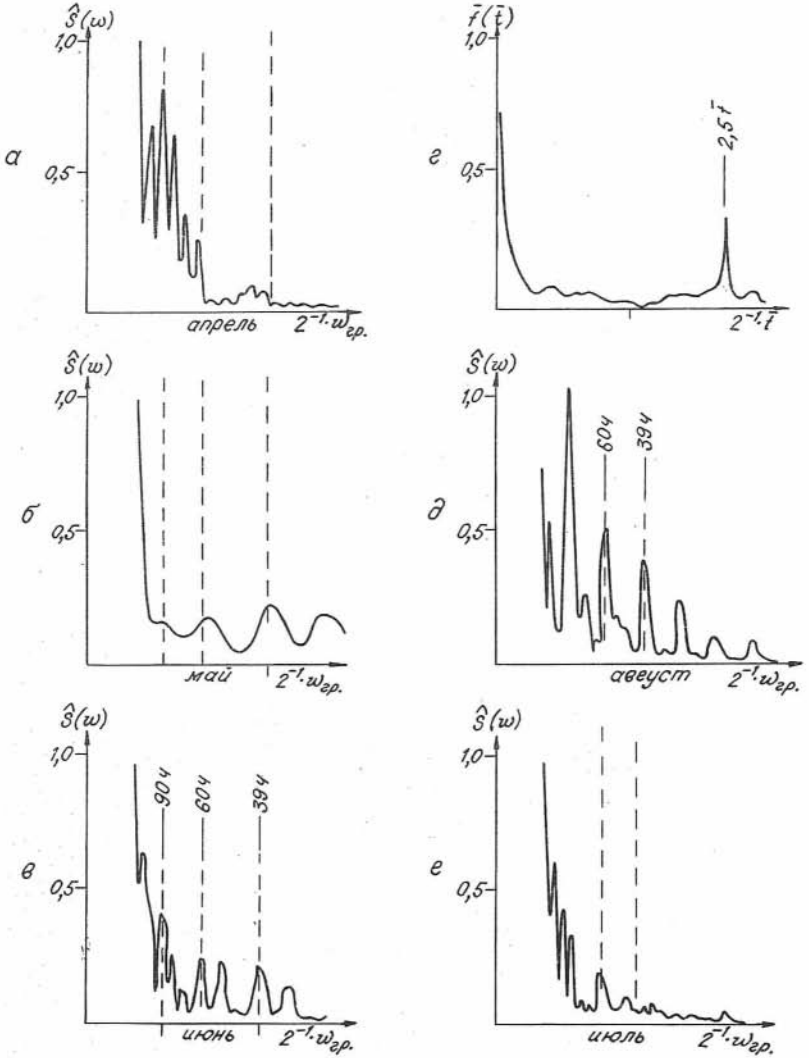

Рис.10. Спектральные оценки напряженности поля радиошумов (а,б,в,д,е) и спектр второго порядка совокупного распределения (г)

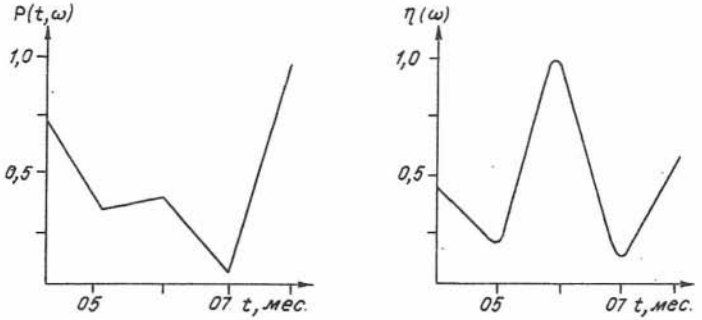

Рис.II. Изменение функции спектральной плотности энергии поля радиошумов:
а - по месяцам; б- в интервале периодов I5-9,2 сут

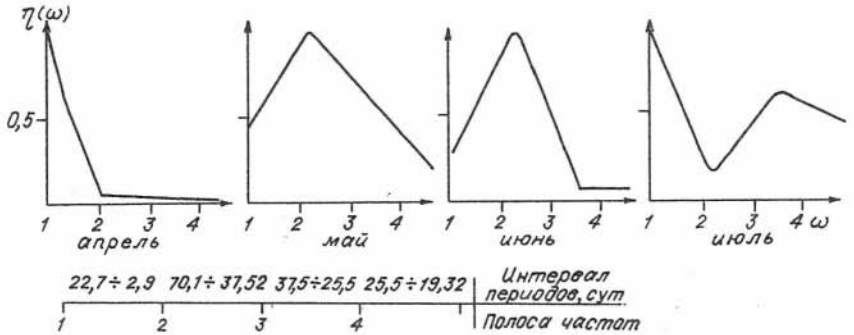

Рис.I2. Динамика функции спектральной плотности по диапазонам периодов

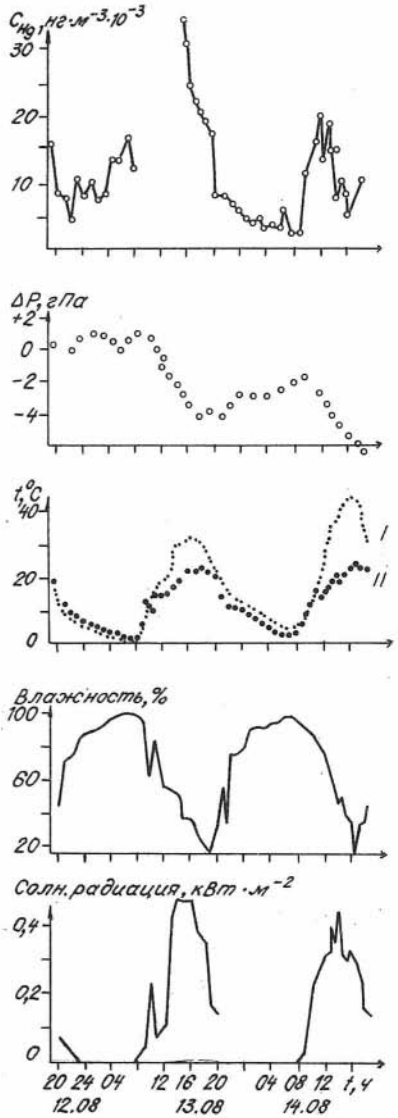

Рис.13. Режимные наблюдения газовой формы ртути, сопутствующих метеопараметров (ΔP, температура почвы I, воздуха II, влажности, приходящей солнечной радиации) (Алтай, Верхний Уймон, 1988 г., точка I)

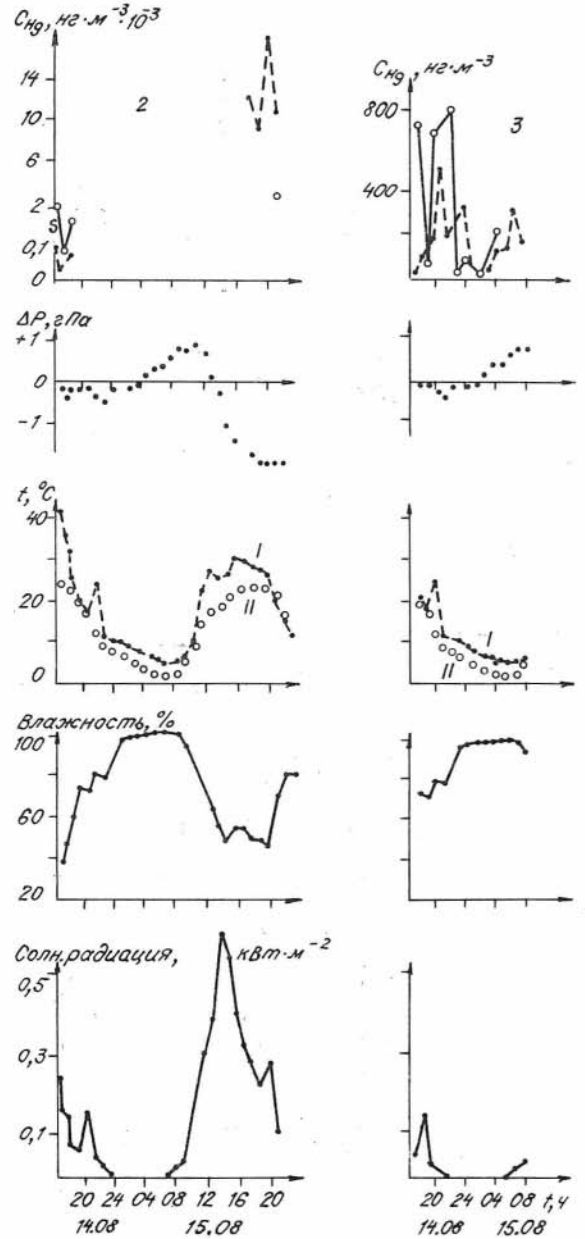

Рис.I4. Режимные наблюдения концентраций газовой (сплошная линия) и аэрозольной (пунктирная линия) форм ртути в атмосфере, сопутствующих метеопараметров; 2,3 – точки режимных наблюдений (остальные объяснения см. рис.I3)

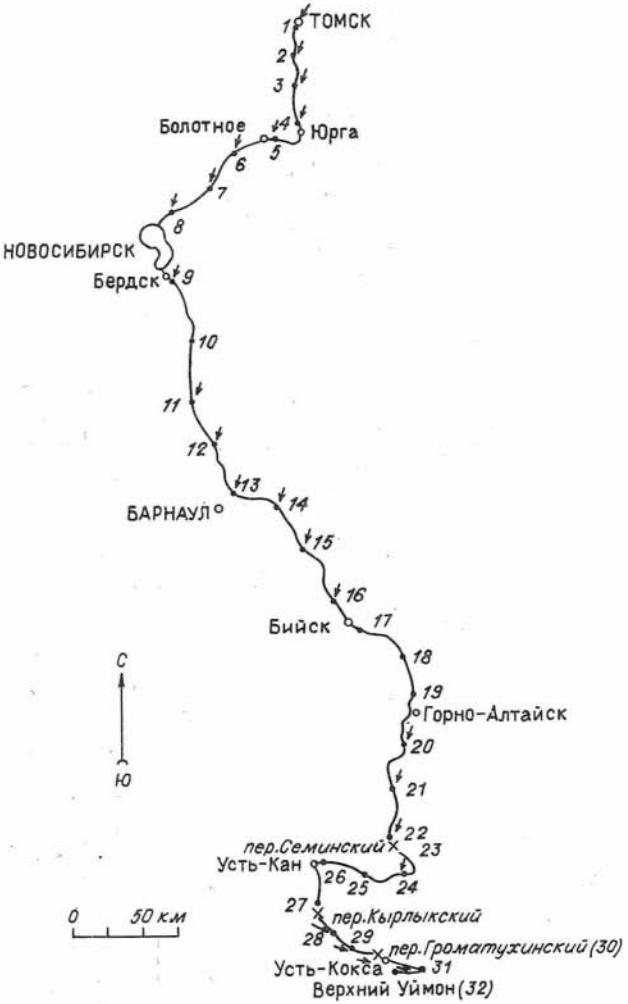

Рис.15. Схема маршрута измерений ртути в газовой фазе в атмосфере; цифрами показаны пункты наблюдений, стрелками–направление ветра для каждой точки наблюдения

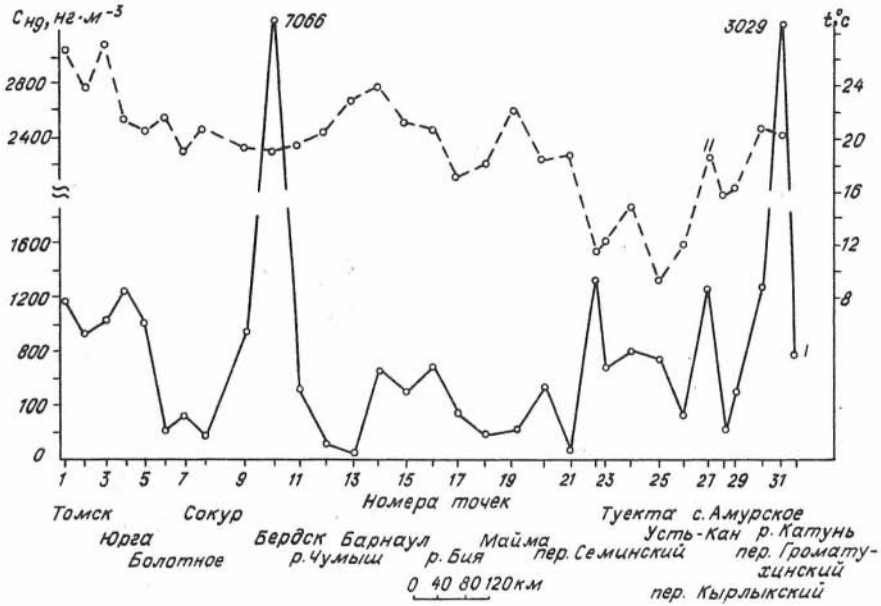

Рис.16. График концентрации ртути в газовой фазе по профилю Томск-Верхний Уймон (I)и температуры воздуха (II), 6-11.08.88 г.

Рис.I7. Концентрация паров ртути над свободным зеркалом ртути (прямая линия); концентрация паров ртути в воздухе: I – в районах активного вулканизма, 2 – в районах ртутных и золоторудных месторождений, 3– средние по внутренним районам континентов, 4 – средние по атмосфере над океанами

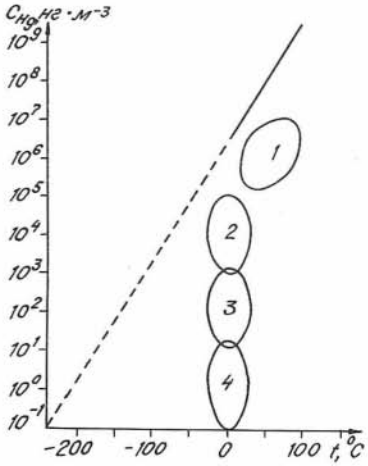

Рис.I8. Поле среднегодовых концентраций газовой формы ртути в приземном слое атмосферы юга Сибири и других территорий:
I – точки газортутных измерений и средние величины концентрации ртути, нг·м$^{-3}$; 2 – изолинии концентрации ртути: а) достоверные, б) предполагаемые

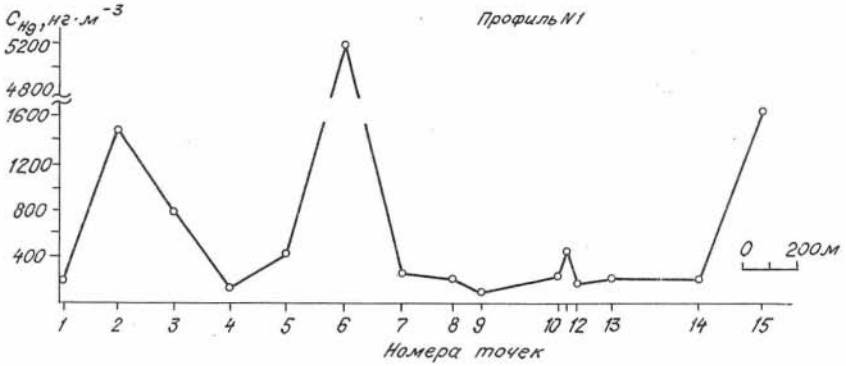

Рис.19. Ртуть по хребту горного обрамления западной части Уймонской степи (Алтай), август 1988 г.

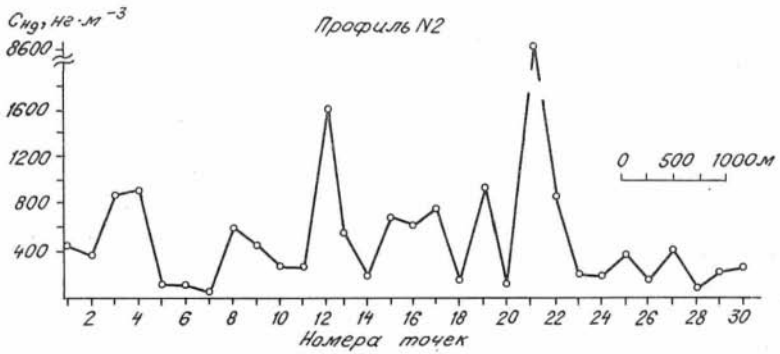

Рис.20. Ртуть в газовой форме равнинной части правобережья р.Катуни вблизи с.Верхний Уймон

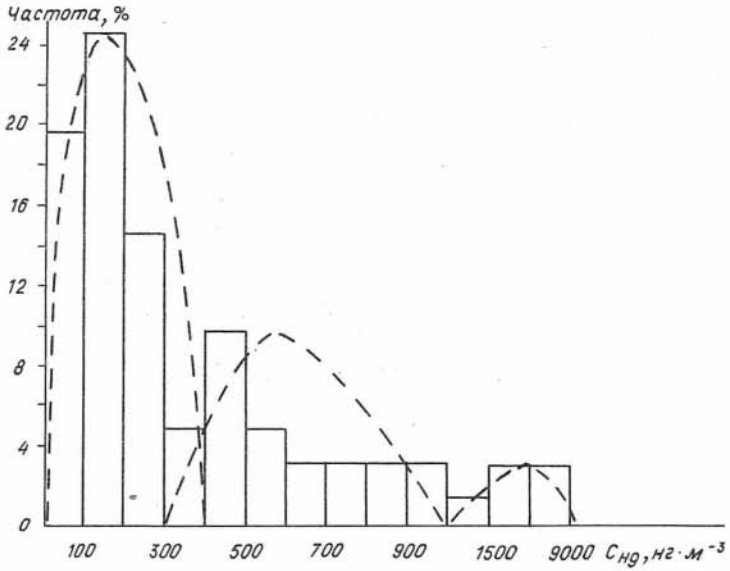

Рис.2I. Гистограмма распределения ртути в газовой форме в атмосфере. Пунктирная линия - гармоники

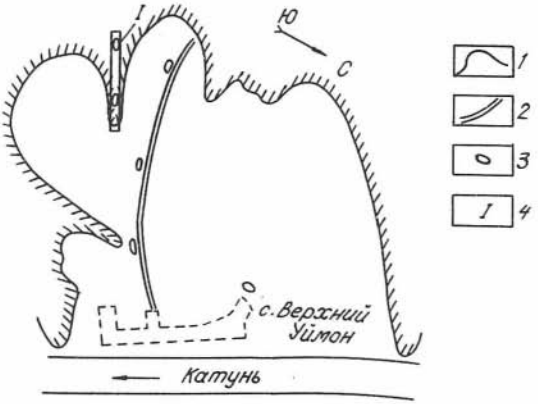

Рис.22. Схема расположения газортутных аномалий вблизи с.Верхний Уймон (Алтай), август 1988 г.:
I - горное обрамление, 2 - дорога, 3 - газортутные аномалии, 4 - "Молниебойный хребтик"

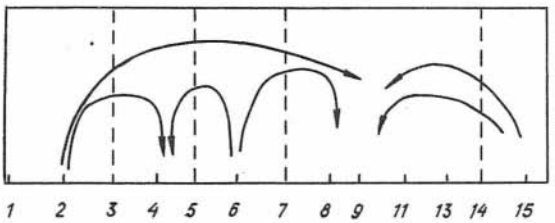

Рис.23. Блок-схема массопереноса ртути на объекте "Молниебойный хребтик", август 1988 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. Состояние проблемы, актуальность и постановка задачи I

2. Геофизические и радиотехнические измерения в аномальной зоне 4

2.I. Геофизические измерения 4

2.2. Радиотехнические измерения 6

3. Вариации концентрации ртути в атмосфере 9

3.I. Методика отбора и анализа проб 9

3.2. Элементы динамики системы аэрозоль-газ на примере ртути II

3.3. Региональные оценки поля концентрации ртути в приземном слое атмосферы I2

4. Обсуждение результатов I5

Литература 2I

Приложение 25

Утверждено к печати
Институтом геологии и геофизики СО АН СССР

Технический редактор Н.Н.Александрова

Подписано к печати 8.I2.89. МН I0537.
Бумага 60х84/I6. Печ.л.2,5. Уч.-изд.л. 2,2.
Тираж 200. Заказ 448.Бесплатно.

Институт геологии и геофизики СО АН СССР
Новосибирск,90. Ротапринт.