

Светлой памяти Ю.В.Волкова и А.Ф.Черняева посвящается (МДР)

Ю.В. ВОЛКОВ, М. Д. РУКИН, А.Ф.ЧЕРНЯЕВ.

СВЯЗЬ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ С ТУНГУССКИМ СОБЫТИЕМ

Содержание.

Введение.

1. Пространственно-временное распределение сильных мелкофокусных землетрясений.
2. Статистический анализ радиальной системы.
3. Показания очевидцев Тунгусского события.
4. Теория стационарного случайного процесса и сейсмичность Земли.
5. Логический и причинный анализ феноменов.
6. Наши гипотезы и прогнозы.
7. Благодарности и заключительные замечания.
8. Еще некоторые наши предположения.
9. Эпилог.
10. Литература.

ВВЕДЕНИЕ. Исследования пространственно-временных закономерностей распределения сильных мелкофокусных землетрясений имеет большое практическое значение, так как если даже эти землетрясения случаются в океане, вдали от населенных районов, они могут порождать разрушительные волны - цунами. Проблема предсказания сильных землетрясений остается одной из актуальных проблем в области наук о Земле. Обнаружение новых неожиданных связей в этой области может позволить с других позиций осветить эту проблему и будет способствовать решению целого ряда практических задач. Настоящая работа посвящена исследованию одной такой новой связи. Еще недавно считалось, что “Тунгусский метеорит” является либо метеоритом, либо кометой, и версия земных каких-либо процессов полностью отвергалась. Например, неутомимый исследователь данной проблемы академик АМН Н.В.Васильев пишет: “... Предположение о земном происхождении Тунгусского феномена следует полностью исключить. Оно является результатом либо недоразумения, либо

незнания реальных обстоятельств”. Несмотря на это, именно версию о земном происхождении Тунгусского явления выдвинул один из авторов этой работы (А.Ф.Черняев) в книге “Камни падают в небо”, М., 1992 г. Интересная по своей сути новая гипотеза хотя и вызвала большой интерес, но для убедительности одних анализов показаний очевидцев и других опубликованных материалов оказалось недостаточно. Мы надеемся, что приведенный ниже материал позволит по новому посмотреть на выдвинутую гипотезу и, может быть, добавит к перечню известных феноменов, связанных с Тунгусским событием, еще один - структуру глобальной сейсмичности.

1. Пространственно - временное распределение сильных мелкофокусных землетрясений.

В основу исследований положим каталог К.Абе сильных землетрясений за период с 1904 по 1980 гг. [1], а методику анализа примем в основном согласно К.Моги [2], гл.5. Сильные землетрясения (рис.1) концентрируются на нескольких вытянутых областях - границах плит, принадлежащих двум главным линейным системам: 1) периферии Тихого океана и 2) Альпийско-Гималайскому сейсмическому поясу [2], с.26. Ввиду этого, пространственно-временное распределение можно свести к “диаграмме К.Моги”, т.е. к широтно-временному графику распределения землетрясений.

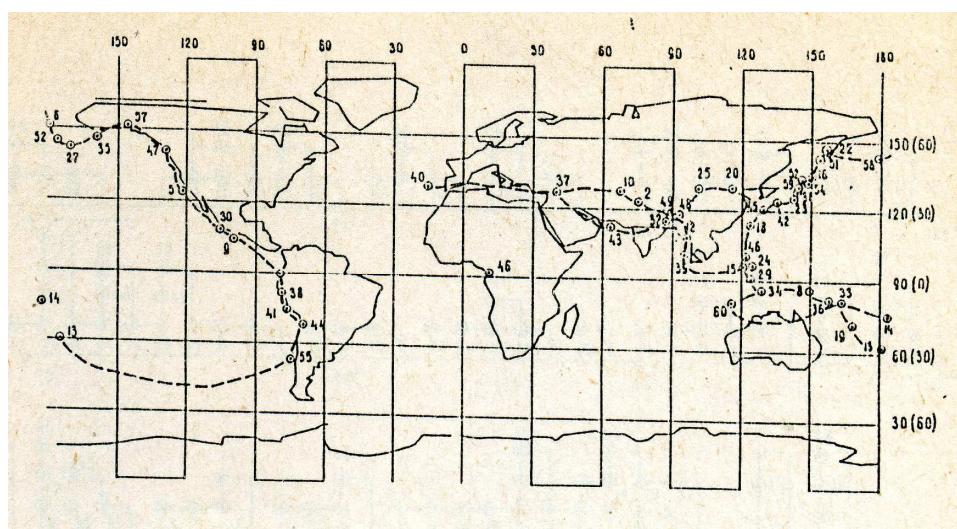


Рис.1. География распределения землетрясений (по каталогу К.Абе).

При построении такой диаграммы используется следующий прием: все землетрясения делятся на два класса - 1. Землетрясения с магнитудой $M \geq 8$ (крупные кружки) и 2. Землетрясения с магнитудой M , расположенной в пределах $8.0 > M \geq 7.8$ (мелкие кружки).

Ограниченность временного интервала (1904-1980 гг.) и использование на диаграмме сразу двух классов землетрясений затрудняли проводимый нами анализ. Учтем, что энергия землетрясений E логарифмически связана с магнитудой M [3]:

$$\lg E = 12.24 + 1.44 M \quad (E - \text{в эргах}). \quad (1)$$

Из этого находим, что для $M \geq 8$ суммарная энергия $E \geq 5.7 \cdot 10^{23}$ эрг, тогда как для $M \leq 7$ ее величина равна $E \leq 2 \cdot 10^{22}$ эрг, т.е. более чем на порядок меньше. Это в пределах точности расчетов позволяет ограничиться в исследовании закономерности пространственно-временного распределения только землетрясениями класса 1 по К.Моги, поскольку этим будет охвачена основная энергетика процессов и исключено затемняющее дело низкоэнергетическое множество, дающее значительно большую дисперсию и статистический “шум”.

На рис.2 приведена диаграмма К.Моги, построенная при указанных выше условиях (оставлены лишь крупные кружки, границы времени расширены - использован полный каталог Абе). Обращают на себя внимание два обстоятельства. Во-первых, все катастрофические землетрясения лежат по меридиану в полосе $50^\circ - 150^\circ$, - или иначе говоря, по широте - от 40° ю.ш. до 60° с.ш. Во-вторых, отмечаются две зоны затишья и две зоны активности. Границы этих зон имеют разный наклон, выявляя собой некоторую лучевую веерообразную структуру зон активности. Как указывает К.Моги [2], раздел 5.3, такое *наклонное положение границы зоны активности и зоны затишья свидетельствует о миграции сейсмической активности со временем*. Заметно также, что при приближении к границе двух зон с правой стороны сейсмическая активность возрастает, что видно по увеличению концентрации кружков вблизи пограничной полосы. Видимо, это относится как к

первой активной области, так и ко второй, хотя первая охвачена наблюдениями лишь в своей конечной части. Некоторое усиление сейсмичности в краевой зоне заметно и в магнитудах. Возможно также, что землетрясения, которые случаются в зоне затишья, также имеют повышенную по отношению к среднему фону магнитуду. Наиболее поразительный факт, который виден на диаграмме уже визуально, - это схождения лучей границ зон активности и ряда лучей внутренней области в одну точку диаграммы: южный полюс - 1908.5 год.

Именно эта особенность в распределении сильных землетрясений в пространстве и времени позволяет связывать феномен Тунгусского события с тектоническими процессами на Земле.

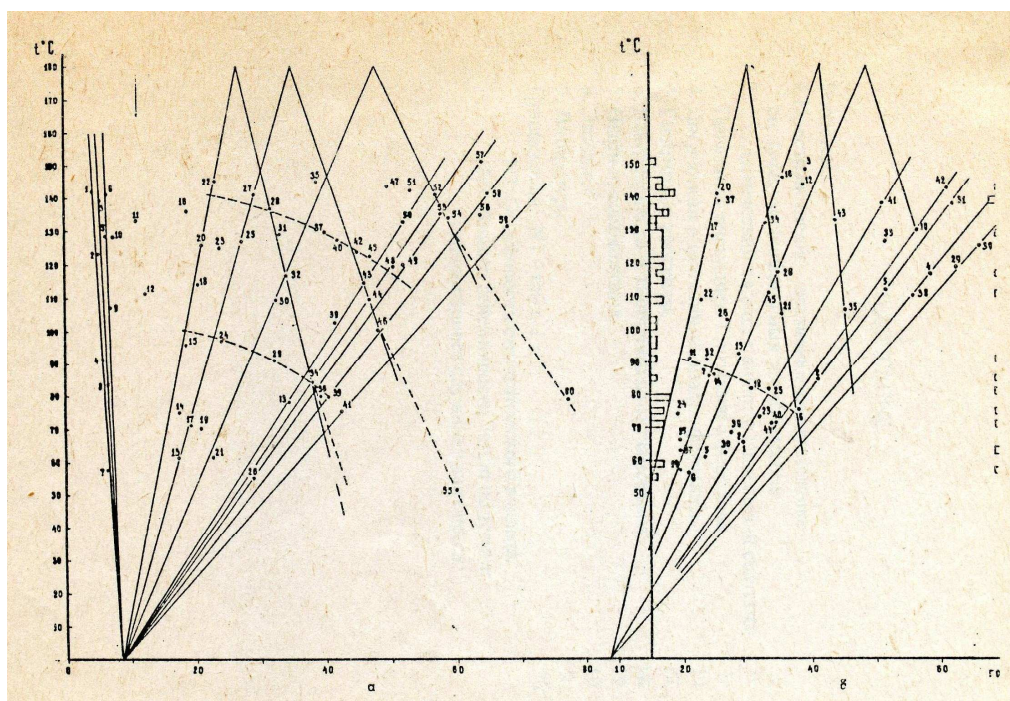


Рис.2. Диаграмма К.Моги – лучевое распределение землетрясений:
а) эмпирический материал, б) метод Монте-Карло.

Если считать, что Тунгусский взрыв вызвал все эти явления, то энергию этого феномена следует увеличить на величину энергии всех землетрясений, входящих в лучевую систему диаграммы К.Моги. Такой подсчет по формуле (1) дает суммарную величину следующего порядка:

$$\sum E_i = 6.57 \cdot 10^{25} \text{ эрг.} \quad (2)$$

Эта энергия почти на три порядка больше той, которую приписывают тунгусскому взрыву на основании баллистических оценок ($\sim 10^{23}$ эрг [4], с.65.). Добавление этой последней к (2) практически не скажется на $\sum E_i$ из-за различия в порядках. Сделаем такой же подсчет отдельно для первой активной области и второй. Снова, пользуясь формулой (1) и включая в первую область события 1-10, найдем:

$$\sum_{i \in I} E_i = 1.29 \cdot 10^{25} \text{ эрг.} \quad (3)$$

Аналогично, включая во вторую активную область события 13 - 59 и исключая 16 и 55, найдем:

$$\sum_{i \in II} E_i = 5.28 \cdot 10^{25} \text{ эрг.} \quad (4)$$

Таким образом, количество сейсмической энергии во второй активной области примерно в 4 раза больше, чем в первой. Число событий во второй области равно 45, а в первой - 10. Их отношение составит величину, равную 4.5. Это говорит о том, что землетрясения в первой области более сильные и обладают энергетикой более мощной, чем второй области. (Этому же соответствует и более крутой угол миграции).

Землетрясения в активных зонах располагаются неравномерно. Периодические сгущения и разрежения в радиальном направлении выявляют дополнительную структуру концентров: события 13, 14, 17, 19, 21 и 26 можно отнести к 1-му концентру; события 15, 24, 29, 33, 34, 36, 38 и 41 - ко 2-му и т.д. Отчасти неравномерность распределения землетрясений в широтном направлении объясняется разной величиной протяженности сейсмических поясов в разных интервалах широт, но, видимо, остаются еще какие-то причины их группировки в пространстве-времени. Так, например, К.Моги отмечает асинхронность сейсмической активности в области высоких широт (широта $\geq 40^\circ$) и низких широт (широта $< 40^\circ$) [2], с.87.

Гистограмма на графике рис.3,а иллюстрирует широтное распределение землетрясений. Она построена на основе подсчета числа попаданий в интервалы 2° по широте. Два максимума; при

140° (50° с.ш.) и при 80° (10° ю.ш.), видимо, связаны с горизонтальным положением и протяженностью сейсмических поясов в этих границах.

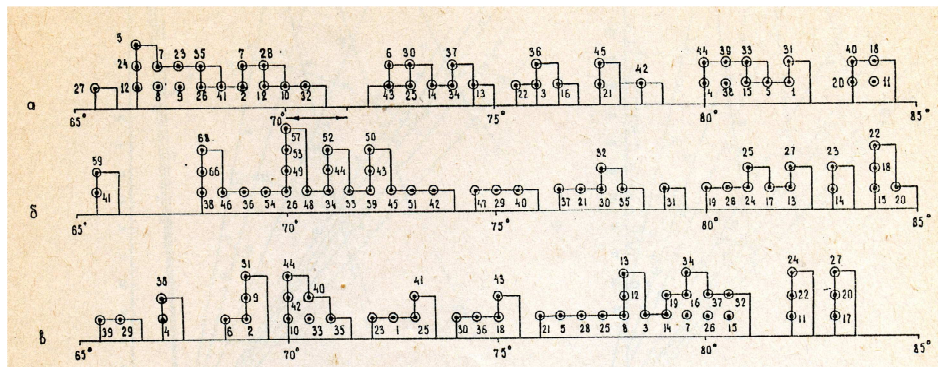


Рис.3 (а,б,в). Гистограммы распределения землетрясений.

Аналогичная гистограмма на модельном графике, полученном методом Монте-Карло, показывает более равномерное распределение (рис.2,б). На этом можно закончить простое визуальное обследование диаграммы Моги. Самым главным наблюдением является *концентрическое строение активных областей диаграммы и схождение радиальных “лучей” в одну точку на южном полюсе*. Эта особенность нуждается в более детальном численном статистическом исследовании и тестировании.

2. Статистический анализ радиальной системы. Тот факт, что события 11, 12, 16 и 55, 60 не относятся к радиальным системам “лучей”, легко проверяется с применением критерия χ^2 , и мы на этом не будем останавливаться. Эти пять событий принадлежат к областям низкой сейсмической активности и составляют 5 из 60, что легко просматривается уже из диаграммы.

К первой сейсмоактивной зоне относятся события с 1 по 10. Обработаем это множество по методу наименьших квадратов (МНК). В случае линейной регрессии этот метод особенно прост [5]. Запишем уравнение регрессии в виде: $t = k \theta + M$ и применим МНК:

$$M = \left(\sum \theta_i \sum t_i - N \sum t_i \theta_i \right) / \left(\left(\sum \theta_i \right)^2 - N \sum \theta_i^2 \right); \quad (5)$$

$$k = (1/N) (\sum t_i - M \sum \theta_i).$$

Здесь N - число точек на диаграмме или число событий, отнесенных к данной зоне активности; θ_i - широта события, t_i - время события.

Обсчет данных, отнесенных к первой зоне активности (см.табл.1) по уравнениям (5) дает следующее уравнение регрессии:

$$t^{(1)} = -1.62068 \theta + 8.1739. \quad (6).$$

Аналогичный расчет для второй активной зоны (события 13-59, исключая 16, 55) дает регрессию:

$$t^{(2)} = 0.2529 \theta + 8.854. \quad (7)$$

С точностью до 2.5^0 вычисленные величины из (6) и (7) указывают на точку Южного полюса Земли. Расчет точки встречи (6) и (7) ведется по известным формулам:

$$\begin{aligned} \theta_0 &= (M_1 - M_2) / (k_2 - k_1), \\ t_0 &= (k_2 M_1 - k_1 M_2) / (k_2 - k_1). \end{aligned} \quad (8).$$

Здесь k_i и M_i - параметры соответствующей линии регрессии. Подставляя параметры из уравнений (6) и (7) в (8), находим:

$$\theta_0 = -2^{\circ}.53; \quad t_0 = 8.217, \text{ т.е. } 1908.22 \text{ г.} \quad (9).$$

В точке полюса $\theta = 0$ и (6) дает $t_0 \cong 8.174$, а (7) - $t_0 = 8.854$. Вполне возможно, что вблизи полюса линейный характер сейсмической миграции нарушается и становится нелинейным, так, что линии (6) и (7) представляют собой лишь асимптоты. Это может объяснить отклонения расчетной точки t_0 для двух множеств событий. Важно то, что оба уравнения приводят к 1908 году. Если мы возьмем среднее $t^{(1)}_0$ и $t^{(2)}_0$, то найдем:

$$t^{cp}_0 = (1/2) (t^{(1)}_0 + t^{(2)}_0) \cong 8.5 \text{ (т.е. тот же промежуток времени - 1908.5 год).} \quad (10).$$

Итак, статистическая обработка данного каталога сильных землетрясений [1] с применением метода МНК показала, что средние линии регрессии указывают на выделенное положение

только одной точки: южный полюс и 1908.5 год на диаграмме Моги [2], если обрабатываются сильные ($M \geq 8$) землетрясения.

Расчетные данные событий каталога К.Моги.

Таблица 1.

| NN | θ | T | $t - t_0$ | $\psi = \arctg k$ |
|----|----------|-------|-----------|---------------------|
| 1 | 142 | 4.42 | - 4.08 | 91.65 |
| 2 | 123 | 5.26 | - 3.24 | 91.51 |
| 3 | 139 | 5.53 | - 2.97 | 91.22 |
| 4 | 91 | 6.08 | - 2.42 | 91.52 |
| 5 | 128 | 6.30 | - 2.20 | 90.98 |
| 6 | 141 | 6.63 | - 1.87 | 90.76 |
| 7 | 57 | 6.63 | - 1.87 | 91.88 |
| 8 | 83 | 6.71 | - 1.79 | 91.24 |
| 9 | 107 | 7.29 | - 1.21 | 90.65 |
| 10 | 128 | 7.81 | - 0.69 | 90.31 |
| 11 | 133.5 | 11.01 | 2.51 | 88.92 |
| 12 | 111 | 12.40 | 3.90 | 87.99 |
| 13 | 61 | 17.34 | 8.84 | 81.75 \uparrow |
| 14 | 74.5 | 17.49 | 8.99 | 83.12 |
| 15 | 95.5 | 18.63 | 10.13 | 83.95 |
| 16 | 135.5 | 18.69 | 10.19 | 85.70 \rightarrow |
| 17 | 71 | 19.33 | 10.83 | 81.33 |
| 18 | 113.5 | 20.43 | 11.93 | 84.00 |
| 19 | 70 | 20.72 | 12.22 | 80.10 |
| 20 | 126 | 20.96 | 12.46 | 84.35 |
| 21 | 61.5 | 22.86 | 14.36 | 76.86 |
| 22 | 144 | 23.09 | 14.59 | 84.21 |
| 23 | 125.25 | 23.67 | 15.17 | 83.09 |
| 24 | 96.5 | 24.29 | 15.79 | 80.71 |
| 25 | 126.75 | 27.39 | 18.89 | 81.52 |
| 26 | 55 | 28.92 | 20.42 | 69.63 |
| 27 | 141 | 29.19 | 20.69 | 81.65 |
| 28 | 137 | 31.61 | 23.11 | 80.43 |
| 29 | 90.5 | 32.37 | 23.87 | 75.22 |

| | | | | |
|------|--------|-------|-------|---------|
| 30 | 109.5 | 32.43 | 23.93 | 77.67 |
| 31 | 129.25 | 33.17 | 24.67 | 79.19 |
| 32 | 116.5 | 34.04 | 25.54 | 77.63 |
| 33 | 78.25 | 34.55 | 26.05 | 71.59 |
| 34 | 84.75 | 38.09 | 29.59 | 70.75 |
| 35 | 145.5 | 38.86 | 30.36 | 78.21 |
| 36 | 79.5 | 39.33 | 30.83 | 68.80 |
| 37 | 129.5 | 39.99 | 31.49 | 76.33 |
| 38 | 79.5 | 40.40 | 31.90 | 68.14 |
| 39 | 102.5 | 41.49 | 32.99 | 72.16 |
| 40 | 127.5 | 41.90 | 33.40 | 75.32 |
| 41 | 75 | 42.65 | 34.15 | 65.52 |
| 42 | 123.75 | 44.94 | 36.44 | 73.59 |
| 43 | 114.15 | 45.91 | 37.41 | 71.91 |
| 44 | 109.25 | 46.59 | 38.09 | 70.78 |
| 45 | 122.5 | 46.97 | 38.47 | 72.57 |
| 46 | 100.5 | 48.07 | 39.57 | 68.51 |
| 47 | 143.75 | 49.64 | 41.14 | 74.03 |
| 48 | 118.5 | 50.63 | 42.13 | 70.43 |
| 49 | 120.5 | 51.88 | 43.38 | 70.20 |
| 50 | 132.5 | 52.18 | 43.68 | 71.75 |
| 51 | 142.75 | 52.84 | 44.34 | 72.74 |
| 52 | 141.3 | 57.19 | 48.69 | 70.99 |
| 53 | 135.2 | 57.93 | 49.43 | 69.92 |
| 54 | 134.4 | 58.85 | 50.35 | 69.46 |
| 55 | 51.8 | 60.39 | 51.89 | 44.95 → |
| 56 | 134.9 | 63.79 | 55.29 | 67.71 |
| 57 → | 151.1 | 64.24 | 55.74 | 69.75 |
| 58 | 141.3 | 65.09 | 56.59 | 68.17 ↓ |
| 59 | 130.9 | 68.38 | 59.88 | 65.42 |
| 60 | 78.8 | 77.64 | 69.14 | 48.74 |

Здесь t_0 – 1908.5 г.

Чем же выделен для Земли момент времени 1908.5? Известно [4,6], что на Земле в это время происходили необыкновенные явления: Тунгусский взрыв, землетрясения, возмущение магнитосферы, свечение ночного неба и т.д. Особенно знаменит феномен Тунгусского взрыва, который назвали “Тунгусским метеоритом”. Траектория его полета по показаниям очевидцев весьма своеобразна - летел он с юга на север, но к моменту взрыва изменил направление к западу, что и зафиксировано в картине вывала леса. Оценка энергии - 10^{23} эрг по баллистическим расчетам далеко не показательна, т.к. неизвестно, сколько энергии ушло в землю (огненный столб в момент разряда имел вертикальное положение), а сколько – рассеялось в Космос. К анализу причинно-следственных отношений мы вернемся позднее, а здесь закончим статистический анализ данных.

В табл.1 сведены данные событий ($M \geq 8$) каталога [1]. Широта θ взята непосредственно, а время пересчитано в долях года. Для простоты мы приняли, что в каждом месяце 30 дней и в году 12 равных месяцев. Погрешности при таком подсчете незначительны, что видно из сравнения 365 и 360 дней в одном году при точном и грубом подсчетах. Третья колонка таблицы дает время, отсчитанное от середины 1908 года. В четвертой - приведены углы наклона $\psi_i = \arctg [\theta_i / (t_i - t_0)]$ линий сейсмической миграции в полярной системе координат. Такое представление данных значительно упрощает их статистическую обработку, например, простой просмотр табл.1 позволяет определить, какие события относятся к одной линии, просто находимой по уравнению:

$$t = \text{tg } \bar{\psi} \cdot \theta_i = k \cdot \theta. \quad (11).$$

Здесь t - время в годах, отсчитываемое от 1908.5 г; θ - широта в градусах, отсчитываемая от южного полюса, где $\theta = 0$; $\bar{\psi}$ - среднее значение угла ψ_i для данной группы событий. Регрессия (11) включает всего один параметр и формулы МНК для этого случая упрощаются [5], с.189:

$$\bar{k} = \text{tg } \bar{\psi}_{\text{МНК}} = \left(\sum_{i=1}^N t_i \theta_i \right) / \sum_{i=1}^N \theta_i. \quad (12).$$

По смыслу среднего $\bar{\psi}$ ([7], с.96-100) имеем также:

$$\bar{\psi} = (1/N) \sum_{i=1}^N \psi_i. \quad (13).$$

и средне-квадратичное отклонение равно:

$$\sigma = \sqrt{(1/N-1) \sum_{i=1}^N (\psi_i - \bar{\psi})^2}. \quad (14).$$

Чтобы убедиться в статистической достоверности регрессии, вычисляется коэффициент корреляции r :

$$r = \text{sign } k \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t}) \cdot \psi_i}{\sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2}}. \quad (15).$$

Здесь $k = \text{tg } \bar{\psi}$; t_i - время события, \bar{t} - среднее время для группы. Наконец, погрешность вычисленного коэффициента корреляции легко оценить по формуле Пирсона (см. также [8], с.24):

$$\varepsilon = \pm 0.6745 (1 - r^2) / \sqrt{N}. \quad (16).$$

Здесь ε - погрешность r ; N - число событий, r - коэффициент корреляции; 0.6745 - константа нормальной кривой ошибок. Приведенных формул достаточно для анализа данных ввиду простоты регрессии (11).

С целью проверки статистических корреляций при анализе данных используется Монте-Карловский (МК) тест. Системы событий моделируются с использованием датчика случайных чисел с равномерным распределением величины ξ в интервале (0, 1). Затем с помощью преобразований этот интервал приводится к нужному интервалу моделирования и создается модель системы событий. Статистические параметры модельных и действительно наблюдаемых событий сравниваются и делается заключение о их близости (примерном равенстве) или отличии.

Монте-Карловский тест генерации событий.

Таблица 2.

| N луча | θ - широта | t - год | ψ | θ - Широта | t - год | ψ |
|-----------|----------------------|------------|--------|----------------------|------------|--------|
| 1 | 65.5 | 29 | 72.65 | 115 | 25.3 | 81.7 |
| 2 | 82 | 40.1 | 68.92 | 117 | 54.1 | 68.7 |
| 3 | 149 | 38.9 | 78.46 | 131 | 40.9 | 76.1 |
| 4 | 117 | 57.8 | 67.17 | 69.4 | 20.6 | 80.1 |
| 5 | 61.9 | 23.3 | 76.52 | 109 | 24.8 | 81.5 |
| 6 | 75.2 | 37.9 | 68.62 | 114 | 44.9 | 72.3 |
| 7 | 85.9 | 24.1 | 79.7 | 102 | 46.8 | 69.4 |
| 8 | 56.2 | 20.7 | 77.8 | 106 | 53.5 | 67 |
| 9 | 112 | 51 | 69.23 | 58.1 | 31.5 | 68.4 |
| 10 | 130 | 56 | 69.94 | 51.7 | 27.2 | 70.1 |
| 11 | 91.5 | 21.2 | 82.12 | 89.1 | 18 | 83.9 |
| 12 | 144 | 38.4 | 78.28 | 87.5 | 46.2 | 66.7 |
| 13 | 92.2 | 28.5 | 77.78 | 148 | 49 | 74.7 |
| 14 | 85.7 | 24.9 | 79.19 | 52 | 24 | 73.4 |
| 15 | 66.1 | 19.5 | 80.56 | 102 | 24.8 | 80.9 |
| 16 | 146 | 35.5 | 79.51 | 61.8 | 23.3 | 76.5 |
| 17 | 128 | 23.8 | 83.2 | 112 | 56.3 | 66.9 |
| 18 | 81.8 | 30.2 | 75.12 | 86.8 | 17.6 | 84 |
| 19 | 57.3 | 19.6 | 79.03 | 101 | 46.7 | 69.3 |
| 20 | 141 | 25.3 | 83.21 | 125 | 22.3 | 83.7 |
| 21 | 105 | 35.2 | 75.73 | 135 | 38.4 | 77.5 |
| 22 | 109 | 23 | 82.44 | 78.1 | 29 | 75.3 |
| 23 | 73.4 | 31.8 | 72.36 | 93.9 | 47.2 | 67.6 |
| 24 | 74.1 | 19 | 81.93 | 125 | 62.6 | 66.6 |
| 25 | 81.9 | 33.3 | 73.17 | 50.5 | 24.1 | 72.8 |
| 26 | 103 | 26.9 | 79.88 | 97.7 | 48 | 68 |
| 27 | 139 | 25.6 | 82.97 | 141 | 72.5 | 65.6 |
| 28 | 117 | 34.7 | 77.37 | 57.4 | 30.1 | 69.4 |
| 29 | 119 | 62.1 | 65.77 | 144 | 71.7 | 66.3 |
| 30 | 62.2 | 26.6 | 73.76 | 67.5 | 28.9 | 73.2 |

| | | | | | | |
|----|------|------|-------|------|------|------|
| 31 | 138 | 61.7 | 68.91 | 52 | 16.1 | 81.7 |
| 32 | 90.9 | 23.8 | 80.47 | 69.9 | 33.4 | 70.4 |
| 33 | 127 | 51.4 | 71.34 | 149 | 31.8 | 81.1 |
| 34 | 132 | 32.7 | 79.6 | 59.4 | 25.6 | 73.9 |
| 35 | 106 | 45.1 | 70.97 | 85.7 | 43.3 | 67.9 |
| 36 | 68.3 | 27.4 | 74.55 | 59.2 | 23.3 | 76 |
| 37 | 63 | 19.5 | 80.1 | 51.1 | 23.1 | 74.1 |
| 38 | 110 | 55.3 | 66.95 | 95.3 | 23.1 | 81.3 |
| 39 | 126 | 65.7 | 65.6 | 51.5 | 17.1 | 80.5 |
| 40 | 71 | 33.6 | 70.53 | 72 | 17 | 83.3 |
| 41 | 138 | 50.5 | 73.09 | 83.4 | 41.7 | 68.3 |
| 42 | 143 | 61.4 | 69.7 | 147 | | 78.3 |
| 43 | 133 | 43.6 | 75.21 | 109 | 38.9 | 71.6 |
| 44 | 70.7 | 34 | 70.14 | 105 | 27.4 | 79.8 |
| 45 | 111 | 33.5 | 77.33 | 131 | 37.8 | 77.4 |

В табл.2 сведены две МК генерации событий, численно равных числу событий, попадающих в сектор 2-й активной зоны (рис.3). На рис.3 сопоставлены три гистограммы распределений событий: 1 (а) – действительные, 2, 3 (б,в) - модельные события. Шаг гистограммы выбран $0,5^{\circ}$ по следующим соображениям. Угловой интервал сектора составляет 20° ($= 85-65^{\circ}$) (см. табл.1), на который приходится 45 событий ($N = 45$). Следовательно, величина угла на одно событие $20^{\circ} / 45 \cong 0.44^{\circ}$, что близко к 0.5° . Данные гистограмм позволяют сгруппировать события по принадлежности к отдельным системам лучей. На эмпирической системе (гистограмма а) можно выделить семь лучевых максимумов: 1. В начале активной зоны события (15, 18, 22), -“луч 1” и “луч 2” – события (13, 17, 25, 27).

Всплеск активности перед границей - “луч 3”(50, 43, 38, 39), “луч 4” (52, 44, 34, 48), “луч 5” (57, 53, 49, 26).

В конце зоны -“луч 6” (58, 56, 38).

Последние два события (59, 41) уже лежат в районе перехода от активной к пассивной зоне и условно их можно объединить в “луч 7”.

При получении случайных чисел для МК-моделей использовался микрокомпьютер “Электроника МК-85”. Первая из моделей (см.табл.2) представляет типичную модель Монте-Карло. В реализации случайное число ζ из интервала (0, 1) приводилось к интервалу $50 - 150^\circ$, обеспечивая случайный выбор одной из координат “события” - его широту, другое число ξ приводилось к интервалу $65 - 85^\circ$, обеспечивая выбор угла ψ . Расчет координаты t затем делался уже по формуле (11), т.е. $t = \text{tg } \bar{\psi}_i \bullet \theta_i$. Для построения гистограммы достаточно лишь ψ_i , но для построения диаграммы Мого и расчета корреляций нужны оба параметра. Вторая серия МК-модели выбрана из множества, как наиболее близкая к эмпирической системе.

Сравнение двух гистограмм 1(а) и 2(б) говорит о следующем. Реальные события обнаруживают заметно большую тенденцию к концентрации событий в лучах (1-5). Аналогичная концентрация на гистограмме дает лишь один луч (события 5, 24, 12). Если же мы искусственно объединим события модели в 5 лучей, то их коэффициенты корреляции уменьшаются, а дисперсии углов ψ_i соответственно увеличиваются. Это и показывают приводимые ниже данные расчетов уравнений регрессии по формулам (5):

$$\begin{aligned}
 \text{Луч 1 (15, 18, 20, 22)} & - T = 0.091457 \theta + 9.955 \\
 \text{Луч 2 (13, 17, 25, 27)} & - T = 0.146782 \theta + 8.6434 \\
 \text{Луч 3 (50, 43, 39, 38)} & - T = 0.325617 \theta + 8.71174 \\
 \text{Луч 4 (52, 48, 44, 34)} & - T = 0.34068 \theta + 9.4742 \quad (17). \\
 \checkmark \text{ Луч 5 (57, 53, 49, 26)} & - T = 0.36476 \theta + 8.6313 \\
 \text{Луч 6 (58, 56, 38)} & - T = 0.40840 \theta + 8.0036 \\
 \text{Луч 7 (59, 41)} & - T = 0.460286 \theta + 8.12854
 \end{aligned}$$

В модельных данных мы выделили следующие лучи:

$$\begin{aligned}
 \text{ЛМ1 (39, 38, 44, 4)} & - T = . 171734 \theta + 8.259 \\
 \text{ЛМ1 (36, 3, 22)} & - T = . 240759 \theta + 9.5347 \quad (18). \\
 \text{ЛМ1 (30, 25, 6, 43)} & - T = . 296679 \theta + 8.908 \\
 \text{ЛМ1 (5, 24, 12)} & - T = . 357512 \theta + 6.2114
 \end{aligned}$$

Примеры расчета коэффициента корреляции: Сводим в таблицу 3 величины θ , t и $t^{\text{выч.}}$, вычисленные по уравнению регрессии:

Таблица 3.

| ЛМ1 | θ | T | $T^{\text{выч.}}$ |
|--------|----------|------|-------------------|
| (4) | 69.4 | 20.6 | 20.177 |
| (38) | 95.3 | 23.1 | 24.629 |
| (39) | 51.5 | 17.1 | 17.103 |
| (44) | 105 | 27.4 | 26.291 |

Здесь $T_{\text{cp}} = 22.05$; $r = 0.966 \pm 0.0225$; $T = .17173 \theta + 8.259$.

Хотя коэффициент корреляции получился достаточно высоким, но это результат нашей искусственной группировки событий. Возьмем эмпирические данные для луча, который выделяется своей высотой на гистограмме (табл.4):

Таблица 4.

| Луч $5^{\text{соб.}}_N$ | θ | T | $T^{\text{выч.}}$ |
|-------------------------|----------|-------|-------------------|
| (26) | 55 | 28.92 | 28.693 |
| (49) | 120.5 | 51.88 | 52.585 |
| (53) | 135.2 | 57.93 | 57.947 |
| (57) | 151.7 | 64.24 | 63.747 |

Здесь $T_{\text{cp}} = 50.743$; $r = 0.9995 \pm 0.00034$; $T = .36476 \theta + 8.6313$.

Столь сильная коррелированность реальных сейсмических событий в одном луче, видимо, превышает возможности случайного совпадения.

Если мы будем брать точки (события) из первой активной зоны, то получим такие результаты:

Для точек (1 – 12) регрессия равна $T = -.0316271 \theta + 7.5371$.

Для точек (1 – 9) регрессия равна $T = -.015159 \theta + 7.7973$. (19).

Для точек (1, 2, 3, 4, 7, 8) регрессия равна $T = -.02292 \theta + 8.1974$.

Для точек (3, 5, 8) регрессия равна $T = - . 017607 \theta + 8.234$.

Заметно следующее обстоятельство: по мере того, как выбираются точки из центральной области сектора сгущения, тем ближе величина T_0 (время нахождения активной широты на южном полюсе) приближается к величине 8.5. Ограничиваясь лишь одним знаком после запятой и выбирая в качестве центральной точки верхней группы событий (3), а в качестве центральной точки нижней группы (8), найдем, что $T_0 \cong 8.5$. Уравнение регрессии для этого случая:

Для точек (3, 8) регрессия равна $T^{(I)} = - . 021071 \theta + 8.4589$. (20).

В то же время наиболее представительной регрессией для второй активной области является:

Для точек (26, 49, 53, 57) регрессия равна

$$T^{(II)} = .36476 \theta + 8.6313. \quad (21).$$

Среднее значение: $T_0^{cp} = (T_0^{(I)} + T_0^{(II)}) / 2 = 8.5451$.

Регрессии (20) и (21) позволяют по формулам (8) найти их точку встречи, и в результате получаем следующие координаты:

$$\begin{aligned} \theta_0 &= (M_1 - M_2) / (k_2 - k_1) = -0^{\circ},4408 \text{ и} \\ T_0 &= (k_2 M_1 - k_1 M_2) / (k_2 - k_1) = 8.4685 \text{ лет.} \end{aligned} \quad (22).$$

Итак, мы снова подтвердили результат: Точка южного полюса Земли и 1908.5 год имеют особое значение для всей картины последующей сейсмичности Земли (если иметь ввиду сильнейшие землетрясения или судить по выделенной энергии) в XX веке.

Обратимся к показаниям очевидцев “тунгусской катастрофы”, чтобы посмотреть на факты под новым углом зрения.

3. Показания очевидцев тунгусского события.

1. Голощекин А. из села Каменского, расположенного в 600 км к З.-Ю.-З от предполагаемого эпицентра (самая западная точка наблюдения) сообщил в письме от 30 июня 1908 г “... что в 7 часов утра в селе Коломенском наблюдалось следующее явление:

слышались три подземных громовых удара по направлению от северо-запада, следовавших друг за другом; некоторые наблюдали сотрясение. Из расспросов местных обывателей он узнал, что несколькими минутами ранее некоторые из них видели как бы оторвавшееся от Солнца тело больше аршина длиной, продолговатой формы и к одному концу суживающееся; голова у него была светлая, как Солнце, а остальная часть - более туманного цвета. Тело это, пролетев пространство, упало на северо-востоке”.

2. Сарычев Е.Е. близ г. Канска (показания 1921 г.) : “...Я был кожевенным мастером и летом (ближе к весне) часов около 8 - ми (до обеда) с работниками мыли шерсть на берегу р. Кана. Как вдруг послышался сперва шум, как от крыльев вспугнутой птицы, в направлении с юга на восток, на село Анцырь, и по реке пошла вверх по течению волна вроде зыби. После этого последовал один резкий удар, а за ним - глухие, как бы подземные раскаты. Удар был настолько силен, что один из рабочих, Е. С. Власов, упал в воду. С появлением шума в воздухе проявилось как бы сияние круговидной формы, размерами около половины Луны, с синеватым оттенком, быстро летящее от Филимонова к Иркутску. За сиянием оставался в виде голубоватой полосы след, растянувшийся по всему пути и потом постепенно исчезающий с конца. Сияние, не разорвавшись, скрылось за горой. Продолжительность явления я записать не мог, но оно было очень недолго. Погода была совершенно ясная и было тихо”.

3. Начальник Киренской метеорологической станции, расположенной на расстоянии около 500 км к юго-востоку от места взрыва, Г.И. Кулеш в своем письме от 23 июня (ст. стиля) 1908 г. писал: “... 17 июня (по ст. стилю) на северо-западе от Киренска наблюдалось необыкновенное явление, продолжавшееся приблизительно с 7 часов 15 минут до 8 часов утра... Слышал глухие звуки, но принял их за залпы оружейных выстрелов на военном поле за рекой Киренгой. Окончив работу, я взглянул на ленту барографа и, к удивлению своему, заметил черту рядом с чертой, сделанной в 7 часов утра (часовая отметка времени) ... , в продолжении работы я не вставал с места ... и никто не входил в комнату.” Далее он сообщил, что, по рассказам очевидцев, в 7 часов 15 минут утра на

северо-западе появился огненный столб, в диаметре сажени четыре, в виде копья. Когда столб исчез, послышались пять сильных отрывистых ударов, как из пушки, быстро и отчетливо следовавших один за другим; потом показалось в этом месте густое облако. Через минут пятнадцать слышны были опять такие же удары, еще через пятнадцать минут повторилось то же самое. Перевозчик, бывший солдат и вообще человек бывалый и развитой, насчитал четырнадцать ударов. По обязанности своей он был на берегу и наблюдал все явление с начала и до конца. Огненный столб был виден многими, но удары слышались еще большим числом людей...”

4. Кокоркин И.В., 330 км на Ю. З.: “Это было в 5 часов утра 17 июня 1908 года». Он сидел рулевым в лодке (на р. Ангаре): ... на севере блеснул голубоватый свет и пронеслось с юга огненное тело, значительно больше Солнца, оставившее широкую светлую полосу; затем разразилась такая канонада, что все рабочие, бывшие в лодке, бросились прятаться в каюту, позабыв про опасность, грозившую стороны порога. Первые удары были слабее, и потом все усиливались, звуковой эффект, по его определению, длился 3-5 минут. Сила звуков была настолько велика, что лодочники были совершенно деморализованы; и стоило больших усилий вернуть их на свои места в лодке”.

5. Привалихин С. И. , (д. Ковы, ~ 300 км на ЮЮЗ) в 1930 году рассказал: “ Число, месяц и год, когда упал метеорит, не помню, но было это во время бороньбы паров в совершенно ясный день утром. Солнце поднялось уже довольно высоко. Мне было в то время лет 15. Я находился в 10 верстах от д. Ковы на пашне. Только я успел запрячь лошадь в борону, как вдруг услышал как бы сильный выстрел из ружья (один удар) вправо от себя. Я тот час же повернулся и увидел летающее как бы воспламенение, вытянутое: лоб шире, и хвост уже, цветом, как огонь днем, белый, во много раз больше Солнца, но много слабее его по яркости, так что на него можно было смотреть. Посреди пламени оставалась как бы пыль, она вилась клубками, а от пламени оставались еще синие полосы. Летело оно быстро, минуты три. Исчезло пламя за гривой гор между севером и западом (немного западнее севера). Увидел я его летящим на высоте немного ниже половины расстояния между зенитом и

горизонтом, над летним солнечным закатом. Как только скрылось пламя, слышались звуки сильнее ружейных выстрелов, чувствовалось дрожание земли и слышно было дребезжание стекол в окнах зимовья, куда я вбежал сразу же, как только увидел пламя. Туда прибежали в испуге и другие крестьяне, боронившие вместе со мною”.

6. Житель с. Кежмы И.А.Когорин, опрошенный Е.Л. Криновым, в 1930 году рассказал: “Вместе с Брюхановым и другими (человек 5-6) я ехал в лодке по р. Ангаре в д. Кову добывать жернова. Около д. Заимской (около 260 км на ЮЮЗ) мы подъехали к берегу и, укрепив у берега лодку, пошли “на угор” в село, расположенное прямо на юг. Отойдя несколько шагов от лодки, мы увидели справа от себя (прямо на западе) летящее наклонно к Земле на север огненно-красное пламя, как при выстреле из ружья, раза в три больше Солнца, но не ярче его, смотреть на него было можно, и видели, как пламя скрылось за горизонтом на северо-западе. Пламя мы заметили, когда оно уже появилось на небе. Как только пламя коснулось земли, слышались звуки наподобие непрерывной стрельбы из пушек. Звуки продолжались не больше получаса. Во время звуков дрожала земля, стекла в окнах дребезжали и продолжали дребезжать, когда мы уже вошли в дом. Вода в реке была спокойна».

7. Житель с. Кежмы А.К.Брюханов: “... не успел я еще одеться совсем после бани, слышу шум. Выскочил, как был, на улицу и сразу на небо взгляд кинул, потому слышно - шум оттуда. И вижу: синие, зеленые, красные, жаркие (оранжевые) полосы по небу идут, и шириной они с улицу. Погасли полосы, и снова слышался грохот, и земля затряслась. Потом снова показались полосы и ушли “под север”. Казалось, что были они верст за 20 от с. Кежмы. Ну, а потом услышал я, что конец им был далеко, на тунгусской стоянке. Тунгусы рассказывали, что сожгло у них 4 лабаза всякого имущества да “олений”, 50 - хлеба. А у стоянки вырыло канаву и находили в ней тунгусы какие-то камни”.

8. Начальник Нижне - Илимского отделения (около 420 км на ЮЮВ) Вакулин в письме от 28 июня 1908 г.: “Во Вторник, 17 июня, около 8 часов утра (часы не проверены), по рассказам большого

круга местных жителей, ими был первоначально замечен в северо-западном направлении спускавшийся косвенно к горизонту с востока на запад огненный шар, который при приближении к земле превратился в огненный столб и моментально исчез; после исчезновения в этом направлении был виден клуб дыма, поднимавшийся от Земли вверх. Спустя несколько минут произошел сильный шум в воздухе с глухими отдельными ударами, похожими на громовые раскаты. Следом за этими ударами последовало около 8 сильных ударов, похожих на орудийные выстрелы. Самый последний удар был со свистом и особенно сильный, от которого поверхность земли и постройки слегка колебались... Эти явления подтверждают и жители оконечных селений Нижне-Илимской волости, часть Коченгской и Каранчанской волостей, расположенных с востока на запад, на пространстве около 300 верст.”

Большой интерес представляют показания очевидцев, которые находились в ближайшем населенном пункте - фактории Ванаваре, расположенной в 65 км на ЮЮВ от места взрыва.

9. Житель фактории Ванавары С.Б.Семенов, опрошенный Л.А.Куликом в 1927 г. и Криновым Е.Л. в 1930 г., рассказал: “ Точно год не помню, но больше 20 лет назад во время пахоты паров в завтрак я сидел на крыльце дома на фактории Ванавара и лицом был обращен на север. Только я замахнулся топором, чтобы набить обруч на кадушку, как вдруг на севере, над тунгусской дорогой, небо раздвоилось и в нем широко и высоко над лесом (как показывал Семенов, на высоте около 50°) появился огонь, который охватил всю северную часть неба. В этот момент мне стало так горячо, словно на мне загорелась рубашка, причем жар шел с северной стороны. Я хотел разорвать и сбросить с себя рубашку, но в этот момент небо захлопнулось и раздался сильный удар. Меня же сбросило с крыльца сажени на три. В первый момент я лишился чувств, но выбежавшая из избы жена ввела меня в избу. После же удара пошел такой стук, словно с неба падали **камни** или стреляли из пушек, земля дрожала, и когда я лежал на земле, то прижимал голову, опасаясь, чтобы **камни** не проломили голову. В тот момент, когда раскрылось небо, с севера пронесся мимо изб горячий ветер,

как из пушки, который оставил на земле следы в виде дорожек и повредил росший лук. Потом оказалось, что многие стекла в окнах были выбиты, а у амбара переломило железную накладку замка у двери”.

10. Дочь С.Е.Семенова, А.С.Косолапова, опрошенная Е.Л.Криновым в 1930 г., в возрасте 41 года, рассказала следующее: “Мне было 19 лет, и во время падения метеорита я была на фактории Ванавара. Мы с Марфой Брюхановой пришли на ключ (за баней фактории) по воду. Марфа стала черпать воду, а я стояла подле нее, лицом к северу. Вдруг я увидела перед собой на севере, что небо раскрылось до самой земли и полыхнул огонь. Мы испугались, но небо снова закрылось и вслед за этим раздались удары, похожие на выстрелы... Подбежав к дому, мы увидели моего отца, С.Е.Семенова, лежащего у амбара без чувств напротив крыльца дома. Марфа и я ввели его в избу. Было ли во время появления огня жарко, я не помню. В это время мы сильно испугались. Во время ударов земля и избы сильно дрожали, и в избах с потолков сыпалась земля. Звуки сначала были очень сильные и слышались прямо над головой, а потом постепенно стали все тише и тише”.

11. Представляют интерес показания очевидцев, которые в момент катастрофы находились непосредственно в пределах зоны разрушений. Шесть человек жили в чумах. Один чум детей умершего эвенка Подыги: Чекарена, Чучанча и Налegi - стоял на р. Аваркитте (Ховокикте) на расстоянии 40 км на ЮЮВ от эпицентра. Они рассказали: “ ... были разбужены сильным грохотом. Повсюду слышались удары, сотрясения земли, сильный треск и шум. Страшная буря, от которой трудно было удержаться на ногах, вблизи их чума валило лес. Вдали, по направлению на север, было видно какое-то облако; после они убедились, что это был дым”.

12. Другой чум эвенков Ивана и Акулины находился даже в зоне светового ожога деревьев на расстоянии, вероятно, около 20-25 км на ВЮВ от эпицентра. Позднее Акулина рассказала: “ ... рано утром, когда все в чуме еще спали, чум взлетел на воздух, а вместе с ним и люди. Упав на землю, вся семья получила лишь незначительные ушибы. Акулина же и Иван потеряли сознание и от

сильного испуга долго не могли понять, что случилось. Когда сознание вернулось, они увидели горящий кругом лес. Много леса было повалено. Кругом слышался какой-то шум. В чуме Ивана и Акулины находился эвенк Василий Охчен. Подтвердив рассказ первых, он добавил, что “проснулся в тот момент, когда сорвало чум и его сильным толчком отбросило в сторону. Сознания он не потерял... был слышен невероятно сильный продолжительный гром, и земля тряслась, горящие деревья падали, кругом все было застлано дымом и мглой. Вскоре гром стих, ветер прекратился, но лес продолжал гореть. Все трое отправились на поиски оленей, которые в момент катастрофы разбежались. Многих оленей из стада не оказалось на месте, найти их не могли”.

13. Эвенк Илья Потапович Петров (по прозвищу Лючеткан): “... В поваленном лесу образовалась в одном месте яма, из которой потек ручей в реку Чамбэ. Через это место проходила прежде тунгусская дорога. Теперь ее забросили, потому что она оказалась заваленной, непроходимой и, кроме того, место это вызывало ужас у тунгусов... От Подкаменной Тунгуски до этого места и обратно на оленях три дня...”.

14. В газете “Сибирь” от 2 июля 1908 г. (Иркутск) С.Кулеш описал явление: “17-го июня утром, в начале 9-ти часов утра у нас наблюдалось какое-то необычное явление природы. В селении Н.-Королинском (верст 200 от Киренска к северу) крестьяне увидели на северо-западе, довольно высоко над горизонтом, какое-то чрезвычайно сильно (нельзя было смотреть) светящееся белым голубоватым светом тело, двигавшееся в течение 10 минут сверху вниз. Тело представлялось в виде “трубы”, т.е. цилиндрическим. Небо было безоблачно, только невысоко над горизонтом, в той же стороне, в которой наблюдалось светящееся тело, было заметно маленькое темное облачко. Было жарко, сухо. Приблизившись к земле (лесу), блестящее тело как бы расплылось, на месте же его образовался громадный клуб черного дыма и послышался чрезвычайно сильный стук (не гром), как бы от больших падавших камней или пушечной пальбы. Все постройки дрожали. В то же время из облачка стало вырываться пламя неопределенной формы. Я (С. Кулеш) был в то время в лесу, верстах в 6 - ти от Киренска на

север, и слышал на северо-западе как бы пушечную пальбу, повторяющуюся с перерывами в течение минимум 15 минут несколько раз (не менее 10). В Киренске в некоторых домах в стенах, обращенных на северо-запад, дребезжали стекла. Эти звуки, как потом выяснилось, были слышны в с. Подкаменском, ...”. В это же время в Киренске некоторые наблюдали на северо-западе как бы огненно-красный шар, двигавшийся, по показаниям некоторых, горизонтально, а по показаниям других - весьма наклонно. Около Чечуйска крестьянин, ехавший по полю, наблюдал это же на северо-западе. Около Киренска в д. Ворониной крестьяне видели огненный шар, упавший на юго-восток от них (т.е. в стороне, противоположной той, где находится с. Карелинское). Явление возбудило массу толков. Одни говорят, что это огромный метеорит, другие - что это шаровая молния (или целая серия их). Часа в 2 между Киренском и Н.-Карелинским (ближе к Киренску) в тот же день была обыкновенная гроза с проливным дождем и градом”.

15. В газете “Сибирская жизнь” от 14 августа 1908 года сообщалось, что на приисках Гавриловском и “Золотой бугорок” были заметны “... сотрясения почвы, сопровождаемые гулом как бы от грома, вслед еще два, но более слабых удара, потом еще не менее 10-ти еще более слабых. Постройки издавали треск и скрип, люди выбегали со страхом, тряслись золото-промывочные машины, и от земли поднималась пыль, что вызвало панику. На Гавриловском лошади падали на колени, на “Золотом бугорке” с полок падала посуда” [9].

Подчеркнутые места в показаниях очевидцев практически невозможно согласовать с гипотезой метеорита (кометы), но гипотеза шаровых молний, ионосферных и тектонических процессов, к которой также относится и теория одного из авторов (А.Ф.Черняев), вполне может согласовываться с ними.

Тунгусское явление в 1908.5 году имеет много больше сходства с явлениями, наблюдавшимися при многих землетрясениях, чем при падении метеоритов (или комет). Можно отметить отсутствие хвоста дыма от этого “метеорита”, отсутствие кратера, осколков и пр. Напротив, такие феномены как “разряды”, магнитные и сейсмические возмущения, “светящийся столб”,

“световые явления и днем и ночью”, “гроза при ясном небе”, правда, в гораздо меньшей степени интенсивности, известны при землетрясениях. Совпадение во времени двух весьма и весьма редких явлений как землетрясение и падение крупного космического тела на Землю - представляется совершенно маловероятным событием. Падение “Тунгусского метеора” и структура сейсмической картины с особенностью 1908.5 году - это причинно связанные феномены.

4. Теория стационарного случайного процесса и сейсмичность Земли. Кроме Монте-Карловского теста сейсмичность Земли полезно сравнить с теоретическим случайным процессом, так как это дает проверку на случайность в предельном случае, до которого МК-тестирование довести было бы трудно. Это снова касается распределения по углам и широтам некоторого множества событий. Но в данной реализации весь процесс рассматривается как некий случайный поток событий во времени, постепенно создающий законченную картину явления, что в общем-то и соответствует реальному процессу. Вопрос состоит в том, насколько характеристики идеального и реального процессов близки.

Пусть $n_k(t)$ - есть число сейсмических событий в системе лучей, на которые разбит весь активный сектор в диаграмме Моги, k - кратность событий. Вся картина сейсмического процесса в активном секторе может быть представлена в виде последовательности:

$$\alpha_0 \quad \alpha_1 \quad \alpha_2 \quad \alpha_3 \quad \alpha_k$$

$$n_0(t) \rightarrow n_1(t) \rightarrow n_2(t) \rightarrow n_3(t) \rightarrow \dots \rightarrow n_k(t) \rightarrow \dots$$

Здесь $\sum_{\dot{e}} n_k = N$ - полное число событий, α_k - вероятность того, что в одном из секторов, содержащих k событий, произойдет еще одно сильное землетрясение, в результате данный луч (или сектор) перейдет в категорию $(k + 1)$. Кинетика процесса может быть представлена следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} d n_0(t) / dt &= - \alpha_0 n_0(t), \\ d n_1(t) / dt &= \alpha_0 n_0(t) - \alpha_1 n_1(t), \end{aligned}$$

$$d n_2 (t) / dt = \alpha_1 n_1 (t) - \alpha_2 n_2 (t), \quad (23).$$

.....

$$d n_k (t) / dt = \alpha_{k-1} n_{k-1} (t) - \alpha_k n_k (t).$$

.....

Полное число событий во второй активной области диаграммы равно 45, следовательно, $N = 45$ и $n_0 + n_1 + n_2 + \dots = 45$ к моменту времени $t_k = 70$ и $n_1 = n_2 = n_3 = \dots$ в начальный момент $t_0 = 15$.

Величина $n_0 (t_0)$ зависит от того, на сколько секторов мы разобьем всю область углов от 85° до 65° , в которой по определению данной активной зоны события могут происходить. Таким образом, начальные условия для системы дифференциальных уравнений (23) определены. Остается вопрос о вероятностях α_k . Простейшее предположение: постоянство и равенство всех вероятностей независимо от сектора, и от времени, а также от наполнения секторов, т.е.

$$\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_k = \alpha = \text{const} \quad (24).$$

Покажем, что такая модель ведет к известному случаю стационарного случайного процесса - Пуассоновскому случайному процессу. В самом деле, если выполнено (24), то можно показать простой подстановкой в (23), что имеет место решение (23) в виде:

$$n_k (t) = [(\alpha t)^k / (k !)] e^{-\alpha t}. \quad (25).$$

Здесь $k = 0, 1, 2, \dots$.

Приведем преобразования, показывающие справедливость выражения (25). Это видно из следующего:

$$dn_k / dt = \{ [\alpha k (\alpha t)^{k-1}] / (k !) \} e^{-\alpha t} - \{ [\alpha (\alpha t)^k] / (k !) \} e^{-\alpha t}, \quad (26)$$

т.е. имеем:

$$dn_k / dt = \alpha n_{k-1} - \alpha n_k, \quad (27)$$

где $k = 0, 1, 2, \dots$.

Это совпадает с (23) при условии (24). Допустим, что процесс к моменту $t = 70$ полностью завершен и описывается (23). Пусть также область разбивалась на сектора по 0.5^0 . Спрашивается, какое будет распределение событий? В соответствии с решением (25), и учетом того, что вероятность попадания события в заданный сектор будет $\alpha = 0.5 / 20$, легко получим итоговое распределение:

$$\begin{array}{cccccc}
 k & = & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & \dots \\
 n_k & = & 14 & 16 & 9 & 4 & 1 & 0 & \dots \\
 & & (16.38) & 9.44 & (3.6) & (1.04) & & & (28). \\
 n_k^6 & = & 14 & 17 & 10 & 4 & 1 & 0 & \dots \\
 & & (16.56) & & (9.57) & (3.6) & (0.99) & &
 \end{array}$$

Для сравнения в третьей строке даны вероятности кратных событий по биномиальному закону (см. [10, 11]):

$$n_k^6 = N W(k, N), \text{ где } W(k, N) = \binom{N}{k} \alpha^k (1 - \alpha)^{N-k}. \quad (29).$$

Сравнение расчетных величин с данными гистограмм показывает неплохое соответствие с реальным процессом. Однако модель (23) все же недостаточна, т.к. не может отразить области сгущения событий вблизи концентроров на диаграмме К.Моги. Для учета последней особенности необходимо введение в (23) зависимости α_k от t , и, как это отмечено в [11], простейший колебательный процесс может быть получен, если ввести время задержки. Построение такой модели слишком усложнило бы теорию и не входит в задачу данной работы.

5. Логический и причинный анализ сейсмических событий.

Что породило всю эту веерную лучеподобную систему сейсмических событий? Падение тунгусского метеорита? Что здесь причина, а что следствие? Попробуем логически разобраться в этом сложном комплексе феноменов. Причина такой системы должна находиться в том центре, из которого вся она выходит, т. е. в событии 1908.5 г. Возможно ли, чтобы два редких (феноменальных) события произошли одновременно. Случайность такого совпадения можно исключить. Однако, что же из них

причина, а что - следствие? Конечно, не исключено, что какой-то, похожий на яркий цилиндрический объект, прилетел к Земле от Солнца и в каком-то виде передал Земле энергию, породившую все эти лучевые системы землетрясений, определив на десятки, даже почти на целую сотню лет, сейсмичность Земли. Но почему этот объект разрядил свою энергию не на южном полюсе, а в северном полушарии в далекой Якутии почти на широте 60° ? И почему с этой широты лучи сходятся на южном полюсе? Зачем вообще передавать энергию, чтобы происходили землетрясения? Наконец, каким образом можно породить силовой луч (или систему лучей), обратный во времени? (первая активная зона 1904-1907 гг.)? Конечно, все это выглядит очень странным, но для тех, кто знаком с релятивистской физикой, исключить подобное априори невозможно.

И все же гораздо логичнее выглядит предположение, что лучи вероятных траекторий сейсмической миграции на диаграмме широта-время, в силу каких-то естественных причин сошлись на юном полюсе в 1908.5 г. И результатом их фокусировки на Земле произошли неординарные явления. Скажем, произошло обильное выделение эфира, о котором пишет один из авторов этой работы (А.Ф.Черняев), или каких-то аэрозолей, способных сгущаться в гигантские шаровые молнии, а последние упали в тунгусской тайге и разрядились в Землю.

Если проанализировать показания очевидцев, то окажется, что тунгусский метеорит имеет гораздо больше признаков сходства с сейсмическим процессом, чем с падением космического тела. Кинетический взрыв исключается, т.к. тело двигалось достаточно медленно (см. показания очевидцев). Исключается и атомный взрыв - люди и животные, оказавшиеся в зоне пожара и вывала леса, не пострадали от лучевой болезни. Энергия взрыва ($4.2 \cdot 10^{23}$ эрг) - как раз типичная для землетрясений с магнитудой $M \sim 8$. Столбы огня или пламя, метнувшееся в небо, - аналогичны тому, что наблюдалось при Ташкентском землетрясении (и в ряде других). Длительные повторявшиеся разряды (почти в течение 45 минут, с перерывами - см. п.3, показания г.К.Кулеша), подземный гул (многие показания), сотрясения почвы и т.п. - все это характерно

при землетрясениях. Как будто очаг землетрясения ошибся местом и вместо того, чтобы быть в Земле, оказался над Землей. Ионосферные и магнитные эффекты также типичны для землетрясений, но не типичны для метеоритов. Единственное, что сразу же позволяет категорически отвергнуть гипотезу землетрясения - то, что этот район не находится в зоне сейсмической активности, не принадлежит к границам плит, и к сейсмическим поясам мира.

Откуда берется энергия этих лучей вероятной миграции сейсмической активности? Как мог луч первой активной зоны с энергией $1.29 \cdot 10^{25}$ эрг породить целый веер лучей с энергией $5.22 \cdot 10^{25}$ эрг? Почему процесс не глохнет, а продолжается? Почему он не случаен, а есть система лучей? В этой области науки легче ставить вопросы, чем найти ответ хотя бы на один из них.

Покажем, что эта веерная система активной области с лучами миграции имеет свою внутреннюю логику. Если лучи сохраняются (пока они находятся в активной зоне), то их можно продолжить и до северного полюса. Что будет с ними далее? Если они продолжают свое движение, то на диаграмме это будет соответствовать отражению под равным углом. Действительно, каждый луч, достигший 180° , отражается и идет дальше. В самом деле имеем следующую картину (таб.7):

Таблица 7.

| Лучи | Регрессия | Время прихода к N | Угол ψ |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------|
| Луч(18, 20, 22) | $T = .0893977 \theta + 10.06532$ | $T^N = 1926.16$ | 84.89 |
| Отраженный луч (34, 32, 28) | $T = -.124323 \theta + 48.59742$ | = 1926.22 | -82.91 |
| (34, 32, 28, 31) | $T = -.1193323 \theta + 48.17446$ | = 1926.69 | -83.19 |
| Луч (13,17,25,27) | $T = .467824 \theta + 8.6434.$ | =1935.00 | 81.69 |
| Отраженный луч (46, 44, 43) | $T = -.1558097 \theta + 63.6971.$ | =1935.65 | -81.14 |

| | | | |
|------------------------|-------------------------------------|-------------|--------|
| (46,44,43,42) | $T = -.1341289 \theta + 61.3991$ | $= 1937.26$ | -82.36 |
| Луч (30, 32) | $T = .23000 \theta + 7.245096$ | $= 1948.69$ | 77.09 |
| Отраженный луч (54,52) | $T = -. 2406495 \theta + 91.19353.$ | $= 1947.88$ | 76.47 |

Рассчитанные по точкам событий линии также нанесены на рис.2. Из рисунка 2 и данных таблицы мы видим, что каждый луч на диаграмме К.Моги действительно имеет продолжение в виде отражения от точки на полюсе N и угол падения в пределах точности наших вычислений можно принять равным углу отражения.

Обращает на себя внимание еще один факт. Если признать, что два события (55) и (60) в зоне молчания принадлежат двум обращенным лучам, то необходимо ввести еще одно понятие: преломление обращенного луча при переходе им границы двух зон (активной и зоны молчания). Преломление связано с тем, что скорость миграции активности по лучу в пассивной зоне меньше. Угол преломления, как это известно из волновой теории, связан с отношением этих скоростей:

$$\operatorname{tg} \varphi = V_1 / V_2 . \quad (30).$$

Здесь φ - угол преломления, V_1 и V_2 - скорости в зонах 1 и 2 соответственно.

С учетом сказанного, картина на диаграмме Моги становится яснее и выясняется ее логика. Ничего подобного нет и не может быть на МК-диаграмме (рис.3,б) - там нет событий, подтверждающих отраженный луч, поскольку модель случайная и этого не предполагала.

6. Наши гипотезы и прогнозы. Теперь мы подошли к самому главному в работе: Что же стоит за всей этой картиной лучей и можно ли использовать ее для прогнозов землетрясений? Видимо, нам следует признать, что загадочный факт совпадения времени T_0^s на диаграмме Моги и времени падения тунгусского феномена в настоящее время объяснен быть не может. Потребуется время, когда

накопленные материалы по системам землетрясений в разных столетиях, а также наблюдения сопутствующих им событий типа тунгусского «метеорита», позволяет подойти к разгадке этой связи. Но одно теперь ясно, что отвергать земную природу Тунгусского феномена априори уже нельзя. Гипотеза одного из авторов этой работы (А.Ф. Черняев), по нашему общему мнению, получает веский аргумент в виде T_0^s диаграммы сейсмичности Земли. И, следовательно, требуется ее более внимательный анализ и развитие. Конечно, это не значит, что другие гипотезы не должны теперь рассматриваться. Но, все-таки, когда гипотеза, не имевшая таких аргументов, вдруг получает поддержку в виде солидной статистической базы наблюдений за 1904- 1980 г.г., она должна быть рассмотрена несомненно и одной из первых.

Несмотря на неясности в теории самого явления, приведенные данные указывают путь применения диаграммы К.Моги и системы лучей миграции вероятности событий в практике прогнозирования будущих землетрясений. Нахождение вероятной широты события уже позволит делать дальнейшие шаги по локализации места события. Карты сейсмических поясов помогут в этом.

В этой работе мы не приведем примеров прогноза будущих событий, но укажем, что основы здесь заложены. Будущая сейсмичность определится после отражения всех лучей, лежащих в зоне сгущения лучей вблизи с границей зоны молчания. Приход этих отраженных лучей из области асейсмичных полярных районов к сейсмически активным поясам большой протяженности естественно станет ареной новых событий. Некоторые из них, видимо, уже произошли и, к сожалению, их не ждали. А другие – впереди, и у сейсмологов есть время сделать анализы и подготовиться к встречам этих грозных и загадочных явлений.

7.Благодарности и заключительные замечания. Хотелось бы поблагодарить академика АМН Н.В.Васильева за беседу и разъяснения, касающиеся повышенного содержания некоторых элементов в пробах почвы из слоя 1908 года на месте катастрофы. Был замечен факт, что встречаются повышенные концентрации элементов с массовыми числами, кратными массовому числу гелия, но имелся один пробел в последовательности. В беседе мы

выяснили, что элемент не попал в список по недоразумению. Обсуждался вопрос о влиянии волновых полей на развитие и эволюцию микрофлоры. В конце беседы мы согласились, что, видимо, решение тунгусской загадки все же лежит в пределах досягаемости человеческого разума. Следует поблагодарить В.Г.Фаста за две беседы с ним. Одна состоялась в помещении КСЭ, где были доступными многие материалы по тунгусской проблеме, включая и карты полета по показаниям очевидцев. Вторая - во время прогулки по парку на территории МГУ.

Благодарность Л.Н.Рыкунову и В.Смирнову за консультации по содержанию каталога Абе К., за пояснения, какие данные по современным представлениям изменились и насколько. Эти изменения коснулись лишь величины магнитуд и достаточно малы. Поэтому в данной работе мы сочли возможным использовать каталог К. Абе без поправок.

Мы надеемся, что обнаруженная нами лучевая структура активных зон на диаграмме К.Моги для 1904-1980 г.г. позволит исследователям обратить внимание на связь землетрясений и тунгусского феномена 1908 года. Вскрытые закономерности и наша работа [12] в области краткосрочных прогнозов землетрясений могут быть полезными в прогнозировании будущих сильных землетрясений с $M \geq 8$.

8.Еще некоторые наши предположения.

Трудно представить, что однозначное совпадение много десятилетнего промежутка регрессии с годом и месяцем Тунгусского события является случайностью. Скорее оно свидетельствует о том, что *уникальный «взрыв» в Тунгусской тайге каким-то образом предопределил направленность всех тектонических явлений и катастрофических землетрясений XX века.* Это во-первых. Во-вторых, *оно подтверждает глобальную взаимосвязь тектонических явлений всех регионов и их силовую направленность.* В-третьих, *оно как будто указывает, как и зональность сейсмической активности, на систематическую подвижку всей земной коры вдоль «Тунгусского» сотового меридиана в направлении юг-север, которая и сопровождается мощными землетрясениями.* И в-четвертых, *похоже, что эти*

события «перенесли» центр зональной сейсмоактивности планеты с американского континента в XIX веке на азиатский – в XX веке.

9.Эпилог. Приведенные выше данные убедительно показывают, что 1908.5 год и Южный полюс Земли (Антарктида) имеют какое-то выделенное особое значение для структуры сейсмичности Земли в XX веке. Но что может означать это, какая гипотеза могла бы объяснить факты и их значение? Оставляя на будущее строгое научное решение этого вопроса, мы здесь напомним идею, умолчать о которой было бы не только не этично, но и даже более того, непрактично. Эта «идея» сформулирована в книге Хэпгуда в 1953 году, а нами взята из работы [13]: «... Антарктида не всегда была покрыта льдом... Располагалась примерно в 2000 милях севернее (Южного полюса)... Континент переместился и занял свое нынешнее положение ... в результате «смещения земной коры» ... Этот механизм, который не следует путать с «тектоникой плит» или дрейфом континентов... В процессе такого «путешествия» на юг Антарктида постепенно остывала... Нарастала в течение нескольких тысяч лет ледовая шапка...».

Далее там же (на с.452) Г.Хэнкок отмечает: «... с 1900 по 1968 годы перемещение (Северного полюса в направлении Гренландии, т.е. 45° з.д.) составило около шести метров, что соответствует трехметровому сдвигу с 1960 по 1968 годы или уже более тридцати сантиметров в год... Если оба эти измерения точны, а с учетом репутации ученых, которые этим занимались, мы вправе это предполагать, то придется сделать вывод, что литосфера в настоящее время находится в движении, но и скорость этого движения возрастает».

И на этой же странице он приводит выдержку из высказывания А.Эйнштейна, который рассматривал возможность того, что такое перемещение может быть вызвано несимметричным расположением ледовых шапок относительно полюсов: «Вращение Земли действует на эти асимметрично расположенные массы и создает центробежный момент, который передается жесткой земной коре. Постепенно возрастая, этот момент достигает порогового значения, которое вызывает движение земной коры относительно ядра планеты, а это переместит полярные районы к экватору».

И заключая, для подтверждения высказанной идеи, приведем одну интересную выдержку из работы, опубликованной в Нью-Йорк Таймс: «Существуют и другие формы влияния планет друг на друга. Так известно, что когда Юпитер, Сатурн и Марс оказываются на одной прямой линии, возникают усиленные радиопомехи на коротких волнах. В связи с этим имеется также свидетельство ... странной и неожиданной корреляции между положениями Юпитера, Сатурна и Марса на орбитах и мощными электрическими возмущениями в верхних слоях земной атмосферы. «... Авторы этого утверждения, возможно, не знают, насколько эта цитата близка к тому, что говорил Берос, халдейский историк, астроном и провидец, живший в III веке до н.э. Ему принадлежит следующая фраза: «Я, Берос, истолкователь Белла, утверждаю, что все земное будет поглощено огнем, когда пять планет соберутся под знаком Рака, выстроившись в ряд так, что через них пройдет прямая линия. ...» (около 2000 с лишним лет назад).

Возникает вопрос: не вызвало ли накопление льдов в Антарктиде к 1908.5 году достижения некоторой критической величины массы льда, после чего произошла дестабилизация литосферы, породившая в последующем II сектор тектонической активности и ускоренное перемещение полюса? Не будет ли очередной парад планет, который периодически повторяется, когда следующие пять или четыре планет выстроятся в одну линию с Землей, по эту или другую сторону Солнца, еще одним ускоряющим толчком в процессах дестабилизации? Мы хотели обратить внимание ученых всех стран на эти вопросы и закономерности, с тем, чтобы коллективными усилиями выяснить возможную степень опасности или безопасности процессов в земной литосфере. Мы хотели бы предупредить читателей, что данную публикацию не следует рассматривать как прогноз каких-то событий, но установленные факты и методика могут быть полезны в прогнозировании землетрясений. Результаты могут оказаться полезными и для исследователей Тунгусского события.

Литература.

1. Абе К. // Phys. Earth and Planet. Inter.1981.V.27, p.72-92.
2. Моги К. Предсказание землетрясений. М., Мир, 1988, 382 с.
3. Стейси Ф. Физика Земли. М., Мир, 1972.
4. Следы космических воздействий на Землю. Новосибирск, Наука, 1990.
5. Себер Дж. Линейный регрессионный анализ. М., Мир, 1980.
6. Черняев А.Ф. Камни падают в небо. М., 1992.
7. Ламуатье Ж.П. Упражнения по программированию. М., Мир, 1978.
8. Волков Ю.В. Статистический анализ временного ряда сильных землетрясений // Изв.АН СССР,Физ. Земли, 1990.
9. Золотов А.В. Проблема Тунгусской катастрофы 1908 г. Минск, 1969.
10. Волков Ю.В., Стыров В.В. Изв. ВУЗОВ, Физика, 1973, N11, с.136 - 139.
11. Смит Дж. Математические идеи в биологии. М., 1970, гл.6 (Теория мишени).
12. Ясаманов Н.А., Рукин М.Д., Волков Ю.В. Землетрясения. Особенности размещения и проблемы прогноза. М., 1996, ж. "Геоинформатика", N6, с.11-21.