

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 2, Number 416 (2016), 40 – 51

GEO FLUID DYNAMIC MODEL OF THE VARIATIONS IN THE GEOPHYSICAL AND HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE EARTH'S CRUST

A. K. Kurskeev

“Institute of seismology” LTD, Almaty, Kazakhstan

Keywords: fluids, precursors, earthquake forecast.

Abstract. In the early 90-s of XX century in the Northern Tien Shan powerful earthquake. Discussion of issues related to the mechanisms of formation of focal zones of earthquakes and their consequences reflected in the seismic parameters and fluid regime of the Earth's crust, in the variations of geophysical fields, animal behavior and other phenomena, is an extensive literature.

However, the main question: Does the process of destruction of the geological environment in the observed near the Earth's surface geophysical, hydrogeochemical, hydrogeodynamic and other fields, have not yet been answered. The importance of solving this problem is caused by the need to improve the effectiveness of the methods of earthquake prediction.

Following on complex materials obtained in 1980-2000 GG on the territory of Almaty landfill is considered the nature of the numerous "anomalies", classified as precursors of strong earthquakes.

УДК 550.835.7

ГЕОФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ВАРИАЦИЙ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГИДРОГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ЗЕМНОЙ КОРЫ

A. K. Курскеев

ТОО «Институт сейсмологии», Алматы, Казахстан

Ключевые слова: флюиды, предвестники, землетрясения, прогноз.

Аннотация. В начале 90-х годов XX века на территории Северного Тянь-Шаня произошли сильные землетрясения. Обсуждению вопросов, связанных с механизмами формирования очаговых зон землетрясений и отражения их следствий в параметрах сейсмического и флюидного режима земной коры, в вариациях геофизических полей, поведении животных и других явлениях, посвящена обширная литература.

Однако на главный вопрос: отражались ли процессы разрушения геологической среды в наблюдаемых вблизи земной поверхности геофизических, гидрогеохимических, гидрогеодинамических и других полях, до

сих пор не дан ответ. Важность решения этой задачи вызвана необходимостью повышения эффективности методов прогноза землетрясений.

Ниже на комплексных материалах, полученных в 1980–2000 г.г. на территории Алматинского полигона, рассматривается природа многочисленных «аномалий», отнесенных к категории предвестников сильных землетрясений.

В конце XX века в очаговой области Чиликского разрушительного землетрясения ($M=8.3$; 1889 г.; объем очага $1.8 \cdot 10^{23} \text{ см}^3$; температура 220° ; $\sigma_{\text{кр}} = 5.5 \cdot 10^8 \text{ дин/см}^2$) произошли Жаланаш-Тюпское (1978 г.; $M=6.8$, объем очага $3 \cdot 10^{19} \text{ см}^3$; $\sigma_{\text{кр}} = 4.6 \cdot 10^8 \text{ дин/см}^2$) и Байсорунское (1990 г., $M=6.3$; объем очага $6.8 \cdot 10^{18} \text{ см}^3$; $\sigma_{\text{кр}} = 4 \cdot 10^8 \text{ дин/см}^2$) землетрясения (рисунок 1, 2). Гипоцентры их находились на глубине 15–20 км. Судя по характеру распределения гипоцентров афтершоков, процессы вспарывания (разрушения пород) в очаге Жаланаш-Тюпского землетрясения «шли» сверху вниз, а в очаге Байсорунского землетрясения – снизу вверх. Формы распределения эпицентров землетрясений близки к окружности. Радиусы их около 30 км.

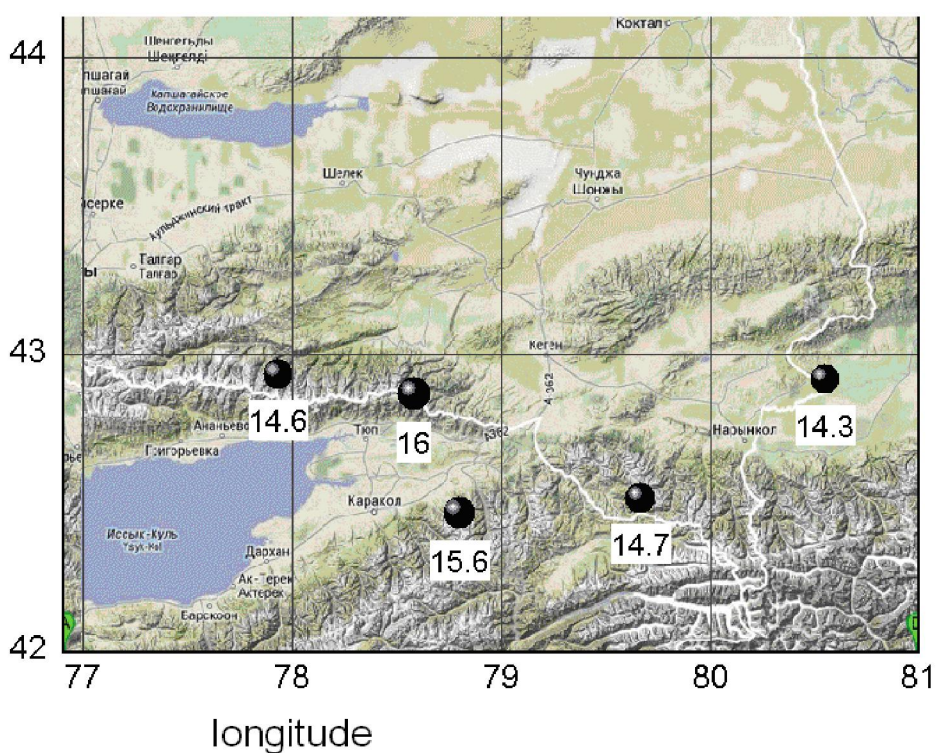


Рисунок 1 – Эпицентры землетрясений, цифры – сейсмическая энергия (Дж)

Figure 1 – The epicenters of the earthquakes, the figures – the seismic energy (J)

Накануне и во время Байсорунского землетрясения во многих параметрах сейсмического и флюидного режима земной коры, вариациях геофизических полей, в поведении животных наблюдались аномальные явления. Причем фиксированы такие аномалии на пунктах, находящихся до 100 км от эпицентра (рисунок 3).

Возникают вопросы: какова физическая природа «аномальных явлений», предшествовавших и сопровождавших Байсорунское землетрясение? Наблюдались ли накануне землетрясения предвестники, свидетельствующие о месте и времени разрядки напряжения в очаге?

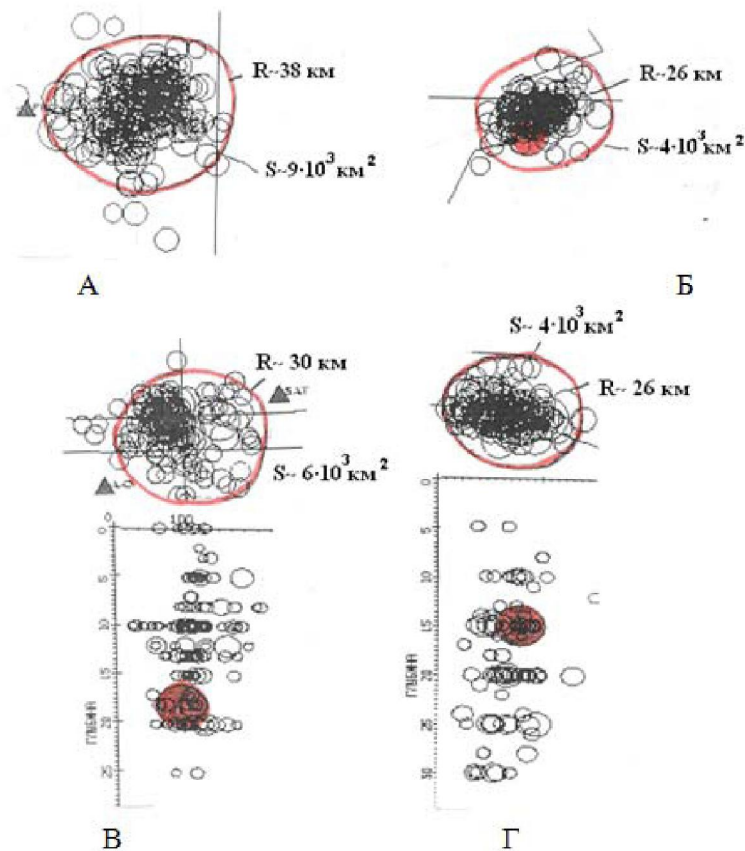


Рисунок 2 – Распределение эпицентров и гипоцентров сильных землетрясений и их афтершоков [1]:

- А) Эпицентры афтершоков Сарыкамышского землетрясения (1970 г.; K=15.0)
- Б) Эпицентры афтершоков Нарынкольского землетрясения (2003 г.; K=14.3)
- В) Эпицентры (1) и гипоцентры (2) Байсорунского землетрясения (1990 г.; K=14.6)
- Г) Эпицентры (1) и гипоцентры (2) Жаланаш-Тюпского землетрясения (1978 г.; K=15.0)

Figure 2 – Distribution of epicenters and hypocenters of strong earthquakes and their aftershocks [1]:

- A) The epicenters of the aftershocks of the Sarykamysh earthquake (1970; K = 15.0)
- B) The epicenters of the aftershocks of the Narynkol earthquake (2003; K = 14.3)
- C) The epicenters (1) and hypocenters (2) of the Baysorun earthquake (1990; K = 14.6)
- D) The epicenters (1) and hypocenters (2) of the Zhalanash-Tyup earthquake (1978; K = 15.0)

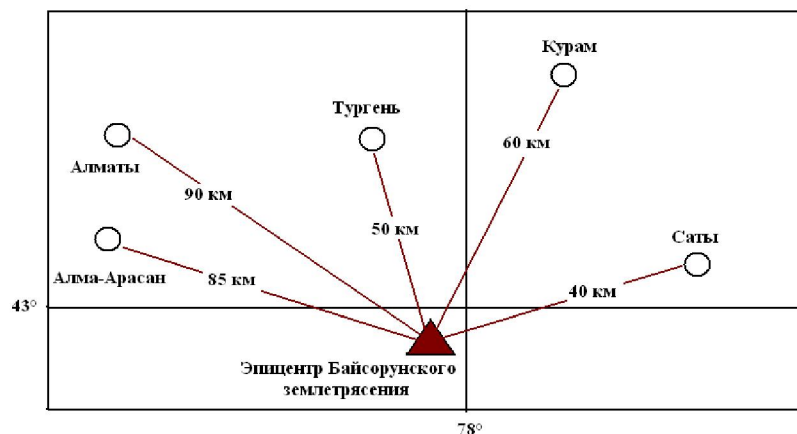


Рисунок 3 – Схема расположения пунктов мониторинга сейсмичности и эпицентра Байсорунского землетрясения

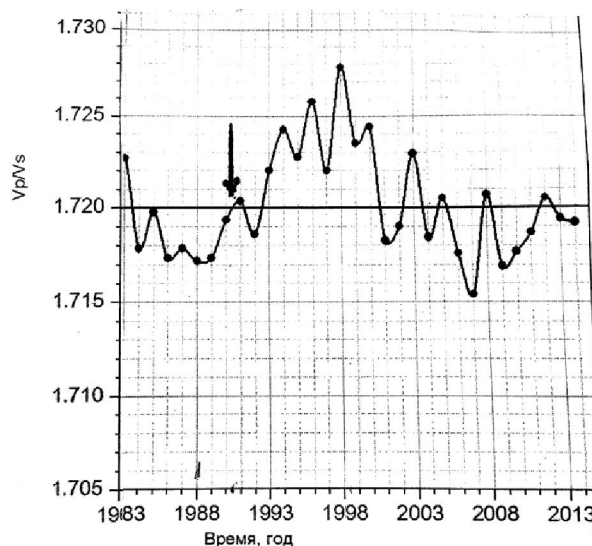
Figure 3 – Scheme of the location of seismic monitoring points and the epicenter of the Baisorun earthquake

Аномальные явления, наблюдавшиеся в 90-х годах в «очаговой зоне» Байсорунского землетрясения

Отношение скоростей V_p/V_s . По многолетним данным, наблюдаемым на территории Северного Тянь-Шаня с 1962 г. по 2013 г. Сейсмологической опытно-методической экспедицией, среднее значение отношения V_p/V_s равно 1.720 (рисунок 4). Приращение отношения с 1988 г. (минимум) до 1998 г. (максимум) составляет плюс 6%, а понижение его с 1998 г. (максимум) до 2007 г. (минимум) составляет 7.5 %.

Рисунок 4 – Временное изменение отношения скоростей V_p и V_s

Figure 4 – A temporary change in velocities ratio of V_p and V_s



Лабораторные исследования образцов горных пород при высоких давлениях и температурах показывают, что скорости продольных и поперечных волн в основном изменяются из-за колебания давления, температуры и содержания флюидов в земной коре [2]. При воздействии на породу давления отношения V_p/V_s увеличиваются (таблица). Для возрастания отношения V_p/V_s на 6–10% необходимо «возникновение» в среде дополнительного напряжения порядка 4 кбар. В реальных геологических условиях трудно ожидать формирования таких напряжений в земной коре в 1970–1995 гг.

Изменение отношения V_p/V_s для горных пород при высоких давлениях [2]

Change in V_p/V_s ratio for rocks at high pressure [2]

Порода	Давление, кГ/см ²					Рост, %
	1	900	1000	2000	4000	
Амфибит	1,86	1,90	1,99	1,99	1,97	6
Гнейс	1,64	1,91	1,92	1,92	1,96	19
Сланец	1,60	1,67	1,69	1,66	1,66	4

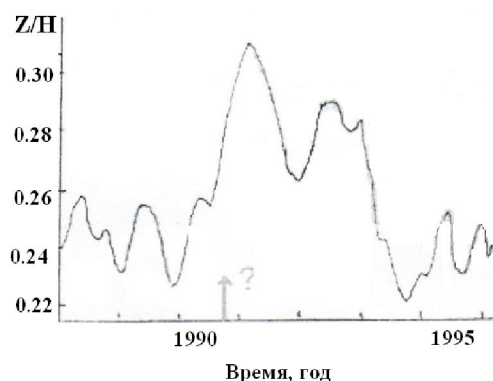
Аномалии в динамике геоэлектрических характеристик земной коры. Информация о динамике электрических свойств земной коры содержится в отношениях вариаций вертикальных (Z) и горизонтальных (H) составляющих геомагнитного поля: $A = \delta Z / \delta H$, где δZ и δH амплитуды синхронных компонент Z и H . Коэффициент A и электрическое сопротивление геологической среды связаны формулой [3]:

$$\rho_T = \frac{2}{T} \left(\frac{\delta Z}{\delta H} \right)^2 \times y^2,$$

где T – период вариаций, y – расстояние до полярного ионосферного электроджета (принято $y \sim 3000$ км). На рисунке 5 показана динамика передаточной функции, рассчитанной по данным магнитовариационной станции Тургень при регистрации вариаций Z и H с периодами 30–60 минут.

Рисунок 5 – График изменения отношения $\Delta Z/\Delta H$ в районе обсерватории Тургенъ [1]

Figure 5 – Graph of changes in $\Delta Z/\Delta H$ ratio near Turgen Observatory [1]



Аномальное отношение $\delta Z/\delta H$ наблюдалось в 1990–1994 гг. Оно достигло максимального значения (0.35) к началу 1991 г. (после землетрясения).

В динамике отношения $\delta Z/\delta H$ имеется важная закономерность, заключающаяся в следующем.

1. Аномальные значения A в основном формируются в весенние и осенние месяцы (рисунки 6, 7).
2. Величины отношения $\delta Z/\delta H$, рассчитанные для периодов до 80 и более 80 секунд, во времени изменяются в противофазе.

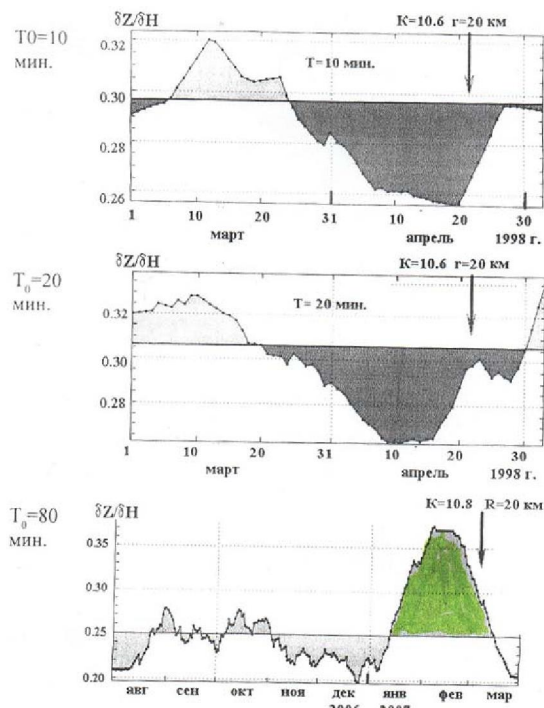


Рисунок 6 – Аномалия передаточной функции $A = \delta Z/\delta H$ на станции Саты по 1 – минутным данным (стрелки – моменты землетрясения 07.03.2007 г, $K=10.8$) [4]

Figure 6 – The anomaly of the transfer function $A = \delta Z/\delta H$ at the Saty station by 1 - minute data (arrows - moments of the earthquake 07.03.2007, $K = 10.8$) [4]

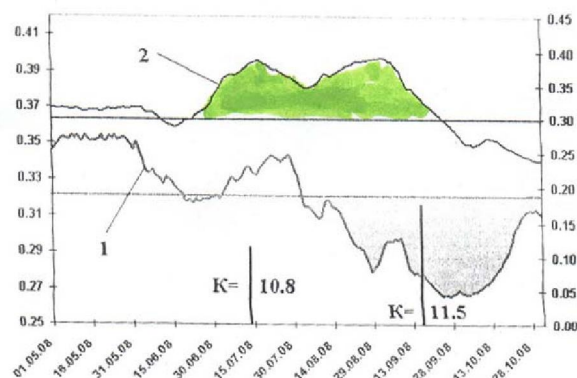


Рисунок 7 – Графики коэффициентов передаточной функции на периодах 22 мин. (кривая 1) и 90 мин. (кривая 2) по МВС Саты за май-октябрь 2008 г. [4]

Figure 7 – Graphs of the transfer function coefficients in the periods of 22 min. (curve 1) and 90 min. (curve 2) according to MWS of Saty in May-October 2008 [4]

3. Связи между величинами временных изменений отношения $\delta Z/\delta H$ и характеристиками землетрясений не выявлены.

4. В изменении отношения $\delta Z/\delta H$ выделяются ритмы 1, 2 и 3 года.

Относительно высокие значения A зафиксированы в 1990–1993 гг. Увеличение A от 0.2 до 0.35, указывает на то, что «электрическое сопротивление геологической среды» в эти годы как будто бы возросло в 1.25 раз. На рисунках 6, 7 видно, что в весенние и осенние месяцы значения A

колеблются от 0.1 до 0.40. При таких значениях электросопротивление пород в течение 2-х месяцев должно было «измениться» 15–16 раз. Это следует из формулы: $\rho_T = \frac{2}{T} \left(\frac{\delta Z}{\delta H} \right)^2 \times y^2$. При $T=10$ мин отношение $\delta Z/\delta H$ весной уменьшается до 0.1-0.2. Теоретическое стандартное значение $\delta Z/\delta H \approx 0.3$. На глубине 10 минут (600 с) сопротивление $\rho_T = \frac{2}{T} \left(\frac{\delta Z}{\delta H} \right)^2 \times y^2 = \frac{2}{600} (0.3)^2 \times 3 \times 10^6 \text{ м}^2 = 9 \times 10^4 \text{ Ом}$. Если $\Delta Z/\Delta H = 0.1$, то $\rho_k = 1 \times 10^4 \text{ Ом м}$, т.е. сопротивление пород за относительно малый промежуток времени уменьшилось в 100 раз.

Электрическое сопротивление пород уменьшается при росте давления и температуры, а также при снижении содержания в породе флюидов (рисунки 8–10).

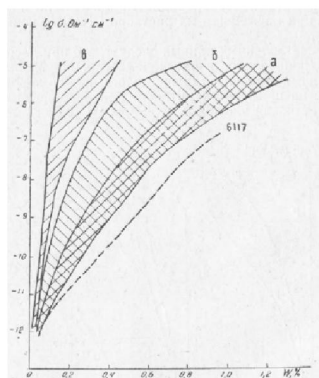


Рисунок 8 – Зависимость электросопротивления изверженных пород от насыщения их раствором NaCl с концентрацией 3 г/л: а – свежие породы основного и кислого состава; б – роговообманковые андезиты, измененные различными процессами; в – породы с весьма сильным изменением первичного минерального состава; образец 6117 – известняк [5]

Figure 8 – The dependence of the resistivity of igneous rocks from the saturation of NaCl solution with a concentration of 3 g/l: a – fresh rocks of basic and acid composition; б – hornblende andesites, modified by various processes; в – breed with a very strong change in the primary mineral composition; sample 6117 – limestone [5]

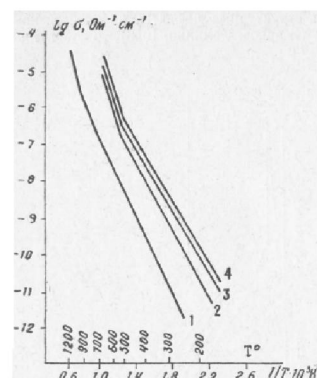
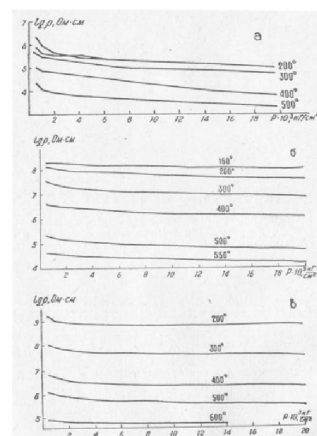


Рисунок 9 – Изменение электропроводности оливина (обр. АО-66-15) от давления (обр. АО-66-15) от давления (1 атмосферное; 2-5 кбар; 3-6 кбар; 4-20 кбар) при высоких температурах [5]

Figure 9 – Changes in the electrical conductivity of olivine (sample AO-66-15.) from pressure (1 atmospheric; 2-5 kb, 3-6 kb; 4-20 kb) at high temperatures [5]

Рисунок 10 – Зависимость электросопротивления от давления и температуры: габро (обр. 13-2); г – диоритов (1 - обр. 206-21, 2-обр. 89-1) [5]

Figure 10 – Dependence of the resistivity from the pressure and temperature: gabbro (sample 13-2); г – diorites (1 - samp. 206-21, 2-samp. 89-1..) [5]



Для того, чтобы сопротивление ρ уменьшилось в течение 2–4 лет (наблюдаемые ритмы), необходимо возрастание температуры среды до 200–300°C. Такие вариации в ней в реальных условиях земной коры (на глубине 15–20 км) не наблюдаются.

Следовательно, сезонные изменения ρ_k не связаны с изменением давления и температуры в среде.

Аномалии в динамике флюидной характеристике. Сезонные и годовые ритмы отчетливо проявляются в динамике физических характеристик и химического состава подземных вод (рисунки 11, 12).

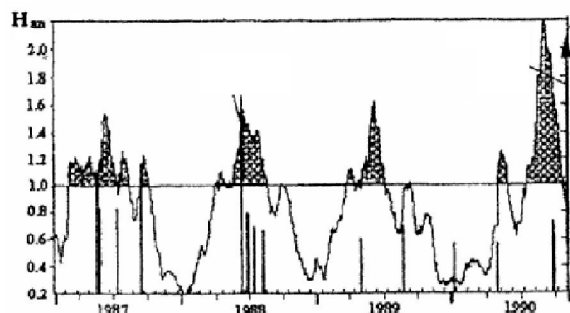


Рисунок 11 – График изменения уровня воды на пункте Турген [4]

Figure 11 – Graph of changes in the water level at the Turgen point [4]

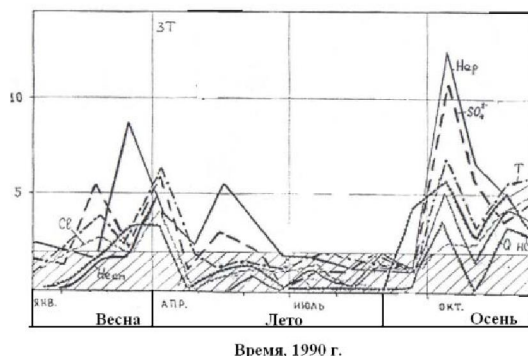


Рисунок 12 – Сезонные графики вариаций геохимических элементов (пункт Тау-Турген). Стрелки – моменты землетрясений [6]

Figure 12 – Seasonal graphs of variations of geochemical elements (point Tau-Turgen). Arrows – moments of earthquakes [6]

«Аномальные» изменения уровня и химического состава воды в 1990 г. наблюдались до основного толчка Байсорунского землетрясения. Они начались в конце 1984 г. и «завершились» к началу 1996 г. (рисунок 13).

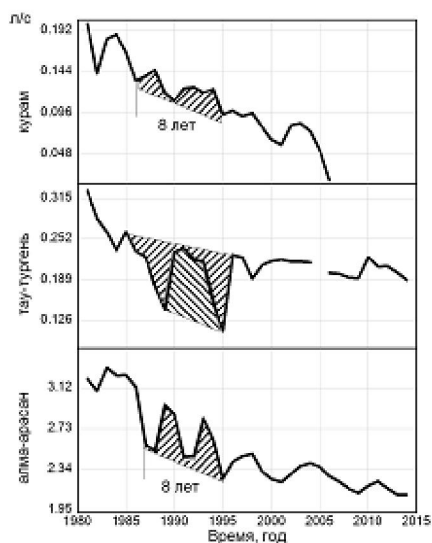


Рисунок 13 – Расход воды на скв.: 1 – Курам, 2 – Турген, 3 – Алма-Арасан

Figure 13 – Water consumption on borehole: 1 – Kuram, 2 – Turgen, 3 – Alma-Arasan

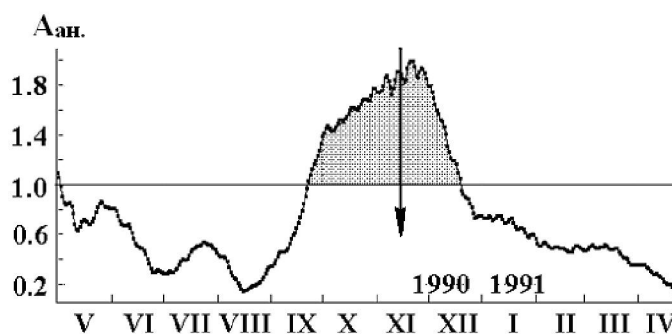


Рисунок 14 – Аномалия комплекса данных на станции Турген перед землетрясением 12.11.1990, M=6.3 [4]

Figure 14 – Anomaly of data complex on Turgen station before the earthquake 12.11.1990, M = 6.3 [4]

В динамике воды четко выделяются 4-х летние ритмы, которые присутствуют на графике отношения скоростей V_p/V_s (см. рисунок 5), что указывают на общность источников энергии, под влиянием которых они формировались.

Аномалии в изменении комплексного параметра. Краткосрочный прогноз землетрясений составлялся по комплексным данным, включающим число землетрясений, вариации элементов геомагнитного поля, деформации пород, параметров подземных вод. На рисунках 14, 15 видно, что

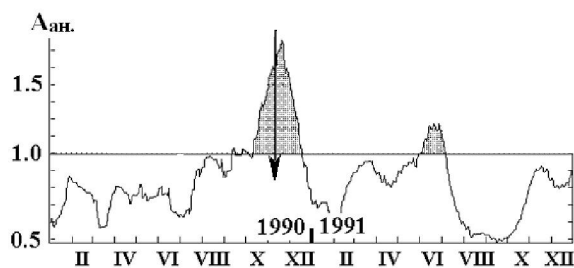


Рисунок 15 – Аномалия комплекса данных на станции Курам перед землетрясением 12.11.1990, $M=6.3$ [4]

Figure 15 – Anomaly of data complex on Kuram station before the earthquake 12.11.1990, $M = 6.3$ [4]

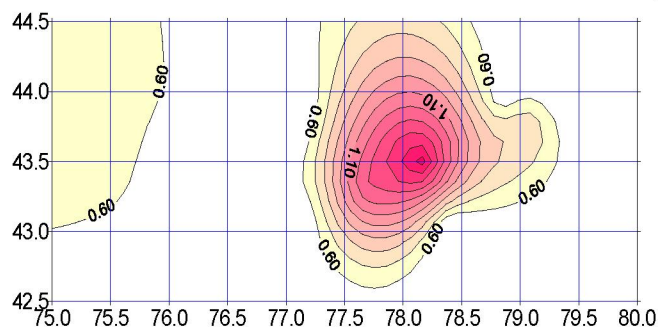


Рисунок 16 – Зона локализации «аномалии» в изменении комплексного параметра (01.11.1990 г.; за 10 суток до землетрясения с $M=6.3$) [4]

Figure 16 – Localization zone of "anomaly" in the change of the complex parameter (01.11.1990; 10 days before the earthquake with $M = 6.3$) [4]

«аномалия» в динамике комплексного параметра на станциях Тургенъ и Курам «формировалась» главным образом в осенние месяцы. Она локализована в районе Курамского месторождения термальных вод (температура 26°C ; минерализация в $2.7\text{--}6.2 \text{ г/дм}^3$). Эпицентр Байсорунского землетрясения находится в 60 км от Курамы (см. рисунок 6).

Итак, в 1988–1996 гг. на территории Алматинского полигона в динамике геофизических и флюидных характеристик земной коры выявлены «аномалии», которые интерпретируются как среднесрочные (отношения V_p/V_s и $\delta Z/\delta H$) и краткосрочные (флюидные и геофизические поля) предвестники Байсорунского землетрясения. Насколько обоснованы такие выводы?

Связь «земных аномалий» 90-х годов с внеземными факторами

1. Связь с приливами. Наиболее объективная информация о долговременном изменении физического состояния земной коры содержится в динамике отношения скоростей V_p/V_s . В их временном изменении выявлены ритмы 18.5 года, 8 лет, 4 года. Под суммарным воздействием приливов Солнца и Луны (g), в динамике которых присутствуют такие же ритмы, в недрах Земли формируются твердые деформационные волны. Глубина их затухания зависит от длины и частоты волн. «Аномальные» колебания в приливном ускорении наблюдались в 1989–1991 гг. (рисунок 17). Перепады в изменении модуля g составили 4–6 миллигалов.

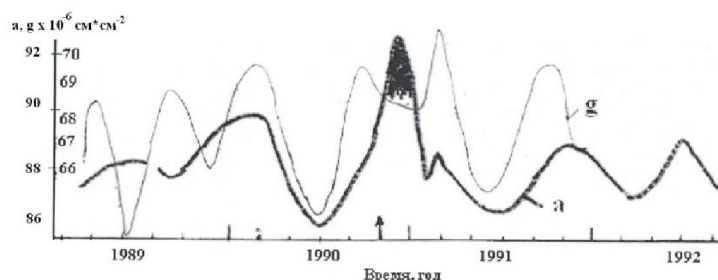


Рисунок 17 – Изменение модуля (а) и горизонтальной составляющей (g) приливообразующих ускорений. Стрелка – момент основного толчка [1]

Figure 17 – Changing of the module (a) and the horizontal component (g) of tidal acceleration. Arrow – moment of the main shock [1]

2. Связь между изменениями отношения V_p/V_s и длины суток (LOD). Продолжительность суток (скорости ω) с 1981 года сокращается. На этом фоне выделяется ритм 18.6 года (рисунок 18).

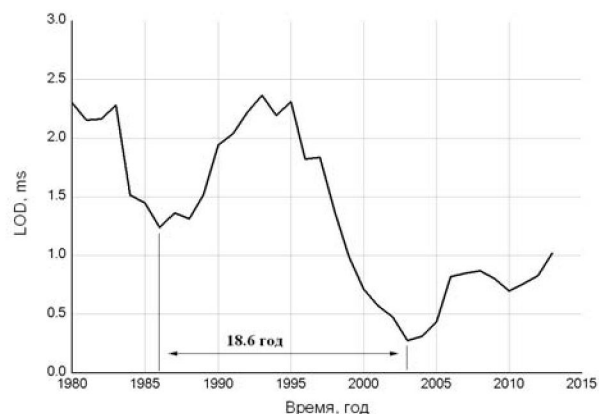


Рисунок 18 – Изменение длины суток LOD [8]

Figure 18 – Changing of the length of day LOD [8]

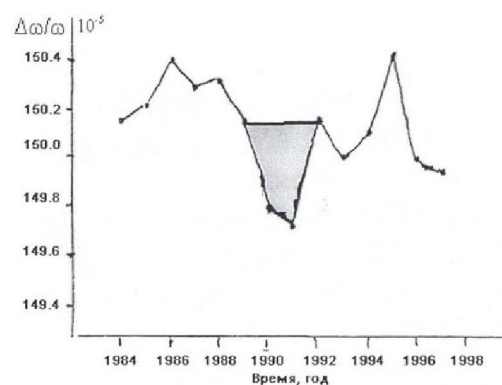


Рисунок 19 – «Аномалия» в изменении угловой скорости вращения Земли вокруг своей оси [1]

Figure 19 – «Anomaly» in changing the Earth angular velocity around its axis [1]

Инверсия в ходе LOD произошла в 1986-1989 гг. Это указывает на то, что в земной коре этап сжатия, вызванный ростом скорости вращения Земли, сменился на этап расширения. Последний продолжался до середины 1995 г. Аномалия в изменении отношения V_p/V_s во времени приурочена к этапу расширения земной коры. В 1988–1993 гг. скорость расширения земной коры достигла максимума (рисунок 19). Теснота связи между отношением V_p/V_s и продолжительностью суток характеризуется коэффициентом $K = 0.5$.

3. Связь между изменениями отношения V_p/V_s и числами Вольфа отчетливо видна на рисунке 20: «аномалии» в отношениях скоростей наблюдаются в период когда, числа Вольфа W находились в максимальной фазе.

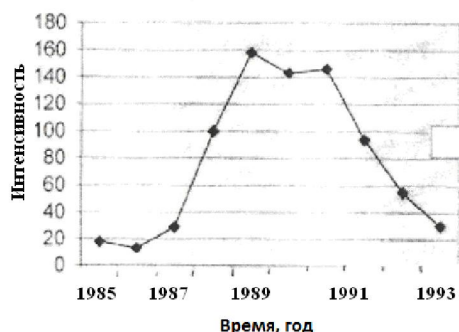


Рисунок 20 – График изменений числа Вольфа [1]

Figure 20 – Graph of Wolf number changes [1]

Таким образом, «аномальные» изменения в отношениях скоростей V_p/V_s , проявленные в дифференцированном их изменении относительно стандартного значения 1.73, наблюдались в те же годы, когда космические источники энергии природных процессов изменялись относительно «фона».

Геофлюидодинамическая модель формирования «аномалий» в геофизических и флюидных характеристиках земной коры

Максимальная современная геодинамическая активность характерна для энергонасыщенных геологических структур. Такие структуры развиты в верхней части земной коры. У них сильна раздробленность, фрагментарность. Изменениями скорости вращения Земли, приливных сил и циркуляции атмосферных масс поверхностный слой подвергается знакопеременным движениям. Упорядочения ими подвижность структурных неоднородностей обеспечивает высокую проницаемость флюидов.

«Глубина развития открытых трещин H_c определяется условием равенства давления вмещающих пород, слагающих стенки трещин, и пределами прочности этих же пород на скалывания τ_{sp} : $H_c = \tau_{sp} / (\rho_p - \rho_w)g$, где $\rho_p - \rho_w$ – плотность пород и воды, g – ускорение силы тяжести» [7]. Верхняя

часть земной коры Северного Тянь-Шаня образована гранитоидами с плотностью ρ_p около 2.7 г/см^3 , плотность воды 1 г/см^3 . Величина τ_{sp} на разрыв равна $5 \cdot 10^7 \text{ дин/см}^2$. При таких данных мощность флюидонасыщенного горизонта пород будет порядка 10 км.

Изменения отношений V_p/V_s и $\delta Z/\delta H$ характеризуют физическое состояние среды:

- увеличение V_p/V_s соответствует более флюидообогатенному состоянию (V_p возрастает) или/и более пластичному состоянию (V_p убывает);
- уменьшение электрического сопротивления ($\delta Z/\delta H$ убывает) соответствует более флюидообогатенному (пластичному) состоянию среды;
- увеличение электрического сопротивления (рост $\delta Z/\delta H$) соответствует состоянию флюидной адвекции и дегазации среды.

На воздействие внешних сил наибольшую тензочувствительность проявляют структуры, находящиеся на глубине 5–10 км. На изменения скорости вращения, приливных сил, циркуляции атмосферных масс скорости миграции флюидов они реагируют адекватно. В условиях расширения земной коры благодаря значительной подвижности флюиды достаточно быстро поднимаются вверх. Насыщение ими пород сопровождается ростом отношения V_p/V_s и понижением прочности (и сопротивления) пород. Так, например, при насыщении докембрийских пород флюидами скорость V_p возрастает до 20–22%, а прочность снижается до 30–50%.

При взаимодействии земной поверхности с космическими источниками энергии в земной коре формируются твердые деформационные волны. «Бегущие» по поверхности Земли волны длиной $\lambda = \pi R$ они вызывают деформационные волны [1]:

$$W(X, Y, t) = W_0 e^{-Y/Y_s} \cdot \sin \frac{2\pi}{\lambda} (X - C \cdot t),$$

где C – фазовая скорость, с которой они распространяются; $C = \lambda \cdot T^{-1}$; t – время; T – период приливной волны. Деформационные волны по мере углубления в ЗК затухают и на глубине Y_{Si} ослабевают:

$$Y_{Si} = \lambda_i \left(\frac{G \cdot T_i}{2\pi \cdot \eta_i} \right)^{1/2},$$

где η – вязкость; G – модуль сдвига. Для периодов полусуточных, суточных и месячных приливообразующих волн глубины Y_{Si} составляют соответственно 0.075; 0.015; 3.5 км (при $G = 3 \cdot 10^{11} \text{ дин/см}^2$ и $\eta = 4 \cdot 10^{21} \text{ П}$).

Такие короткопериодные волны проявляются на фоне длиннопериодных деформационных волн в земной коре, обусловленных за счет изменения скорости вращения Земли. В свою очередь изменения скорости вращения обусловлены атмосферными процессами. Мощность атмосферной циркуляции составляет $2.4 \cdot 10^{22} \text{ Эрг/с}$ [8]. Она на три порядка выше энергии вращения Земли ($2.8 \cdot 10^{19} \text{ Эрг/с}$). Временные колебания различных природных процессов хорошо синхронизированы между собой, с одной стороны, и, с другой стороны, величины их приращения (убывания) тесно связаны между собой.

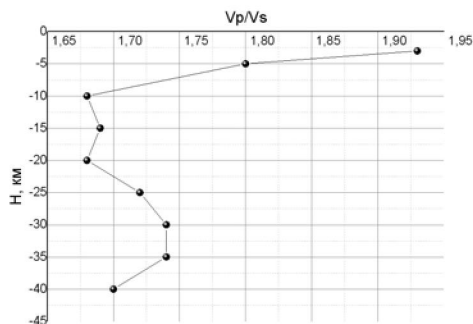


Рисунок 21 – Изменение отношения V_p/V_s в земной коре Северного Тянь-Шаня по данным ГСЗ [2]

Figure 21 – Change in V_p/V_s ratio in the Earth crust of the Northern Tien Shan according to DSS data [2]

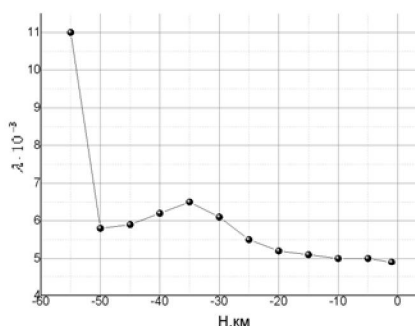


Рисунок 22 – Изменение теплопроводности (кал/см²·с·град) с глубиной в земной коре Северного Тянь-Шаня [2]

Figure 22 – The thermal conductivity change (cal/cm²·c·deg) with depth in the Earth crust of the Northern Tien Shan [2]

На рисунках 21 и 22 видно, что относительно повышены отношения V_p/V_s в верхней части земной коры, где теплопроводность пород низка. С глубиной отношения V_p/V_s уменьшаются, а теплопроводность возрастает. Электросопротивление пород также изменяется с глубиной.

В интервале глубин 20–40 км находится высокопроводящий слой, где сопротивление пород на порядок меньше, чем для выше и ниже находящихся горизонтов.

Воздействие разномасштабных источников внешней энергии порождает особые механизмы динамики флюидов (за счет энергии вращения Земли, циркуляции атмосферных масс и приливов). На воздействие краткопериодных волн «откликается» верхняя часть земной коры. В случае расширения объема среды скорость перемещения флюидов возрастает, что адекватно отразится на динамике отношений V_p/V_s (увеличение) и $\delta Z/\delta H$ (уменьшение). В случае сжатия среды отношение V_p/V_s уменьшится, а $\delta Z/\delta H$ возрастет. Длиннопериодные источники энергии «возбуждают» более глубокие горизонты частей земной коры, что сопровождается уменьшением отношения скоростей V_p/V_s и ростом отношения $\delta Z/\delta H$.

Выводы:

1. С начала 70-х годов до середины 90-х годов XX века во временном изменении скорости вращения Земли вокруг своей оси формировался 20–22 летний ритм. В 1985–1986 гг. этап сжатия Земли сменился на этап расширения. Он характеризуется «аномальными» явлениями во временной динамике параметров сейсмического режима, геофизических и флюидных характеристик земной коры.

2. На фоне длиннопериодных «аномалий» в параметрах сейсмического режима, геофизических и флюидных характеристик земной коры наблюдаются суточные, месячные, сезонные и годовые их вариации, обусловленные в результате воздействия на нее короткопериодных приливных сил и циркуляции атмосферных масс.

3. Многочисленные «аномальные» явления, которые наблюдались на территории Северного Тянь-Шаня в 1900 ± 3 гг., обусловлены изменением напряженного состояния земной коры и, как следствие флюидного режима, под влиянием космических источников энергии и они не относятся к категории (типу) предвестников конкретного землетрясения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Курсеев А.К. Землетрясения и сейсмическая безопасность Казахстана. – Алматы: Эверо, 2004. – 506 с.
- [2] Курсеев А.К. Геофизическая характеристика земной коры Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1977. – 192 с.
- [3] Бердичевский М.И. и др. Аномалия электропроводности земной коры в Якутии // Известия АН СССР. Физика Земли. – 1969. – № 10. – С. 15-23.
- [4] Белослюдов О.М. Краткосрочный сейсмомониторинг на территории Северного Тянь-Шаня по комплексу геофизических методов // Современная геодинамика и сейсмический риск Центральной Азии. – Алматы, 2004. – С. 250-256.
- [5] Курсеев А.К., Бондаренко А.Т., Белослюдов О.М. Геолого-геофизический анализ электрических свойств горных пород. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 172 с.
- [6] Абдуллаев А.У. Флюидный режим земной коры как отражение современных геодинамических процессов. Алматы: Эверо, 2002. – 352 с.
- [7] Геофизика дна океана. – М., 1979. – 223 с.
- [8] Сидоренков Н.С. Физика неустойчивости вращения Земли. – М.: Физматгиз, 2002. – 304 с.

REFERENCES

- [1] Kurskeev A.K. Zemletrjasenija i sejsmicheskaja bezopasnost' Kazahstana. Almaty: Jevero, 2004. 506 p. (in Russ.)
- [2] Kurskeev A.K. Geofizicheskaja harakteristika zemnoj kory Kazahstana. Alma-Ata: Nauka, 1977. 192 p. (in Russ.)
- [3] Berdichevskij M.I. i dr. Anomaliya jelektroprovodnosti zemnoj kory v Jakutii. Izvestija AN SSSR. Fizika Zemli. 1969. № 10. P. 15-23 (in Russ.)
- [4] Belosljudcev O.M. Kratkosrochnyj sejsmomonitoring na territorii Severnogo Tjan'-Shanja po kompleksu geofizicheskikh metodov. Sovremennaja geodinamika i sejsmicheskij risk Central'noj Azii. Almaty, 2004. P. 250-256. (in Russ.)
- [5] Kurskeev A.K., Bondarenko A.T., Belosljudcev O.M. Geologo-geofizicheskij analiz jelektricheskikh svojstv gornyh porod. Alma-Ata: Nauka, 1982. 172 p. (in Russ.)
- [6] Abdullaev A.U. Fljuidnyj rezhim zemnoj kory kak otrazheie sovremennyh geodinamicheskikh processov. Almaty: Jevero, 2002. 352 p. (in Russ.)
- [7] Geofizika dna okeana. M., 1979. 223 p. (in Russ.)
- [8] Sidorenkov N.S. Fizika nestabil'nosti vrashhenija Zemli. M.: Fizmatizafa, 2002. 304 p. (in Russ.)

**ЖЕР ҚЫРТЫСЫНЫҢ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ЖӘНЕ
ГИДРОГЕОДИНАМИКАЛЫҚ СИПАТТАМАСЫНЫҢ
ГЕОФЛЮИДОДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІНІҢ ТҮРЛЕНУІ**

А. К. Курскеев

ЖШС «Сейсмология институты» Алматы, Қазақстан

Түйін сөздер: флюид, алдын ала білдіруші, жер сілкіну, болжау

Аннотация. XX ғасырдың 90-жылдарының басында солтүстік Тянь-Шан аумағында күшті жер сілкінісі болды. Жер сілкінісі ошақтарының механизмдері құрылуына және оның жер қыртысындағы сейсмикалық параметрлер және флюидтік режимге қатысты сұрақтар талқыланды. Геофизикалық ауданның түрленуі, жануарлардың өзін ұстауы және басқада әрекеттерге қатысты ауқымды әдебиеттер арналды.

Бірақта негізгі сұраққа: жер бетіне жақын байқалған геофизикалық, гидрогеохимиялық, гидрогеодинамикалық және басқа аудандағы геологиялық процестің жойылуы көрсетілдіме дегенге жауап жоқ. Бұл мәселенің шешімі жер сілкінісін болжау әдісінің тиімділігін көтеру керек.

Төменде Алматы полигонындағы 1980–2000 жж. жыйналған кешенді мәліметтердегі көптеген ауытқулар күшті жер сілкінісінің болжаушы категориясына енгізілген.

Поступила 30.03.2016 г.