N E W S
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

А. К. 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 $1.8*10^{23}$ см^3; температура 220°; σкр =$5.5*10^8$ дин/см^2) произошли Жаланаш-Тюпское (1978 г.; M=6.8, объем очага $3*10^{19}$ см^3; σкр=$4.6*10^8$ дин/см^2) и Байсорунское (1990 г., M=6.3; объем очага $6.8*10^{18}$см^3; $\sigma_{кр}=4*10^8$ 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.

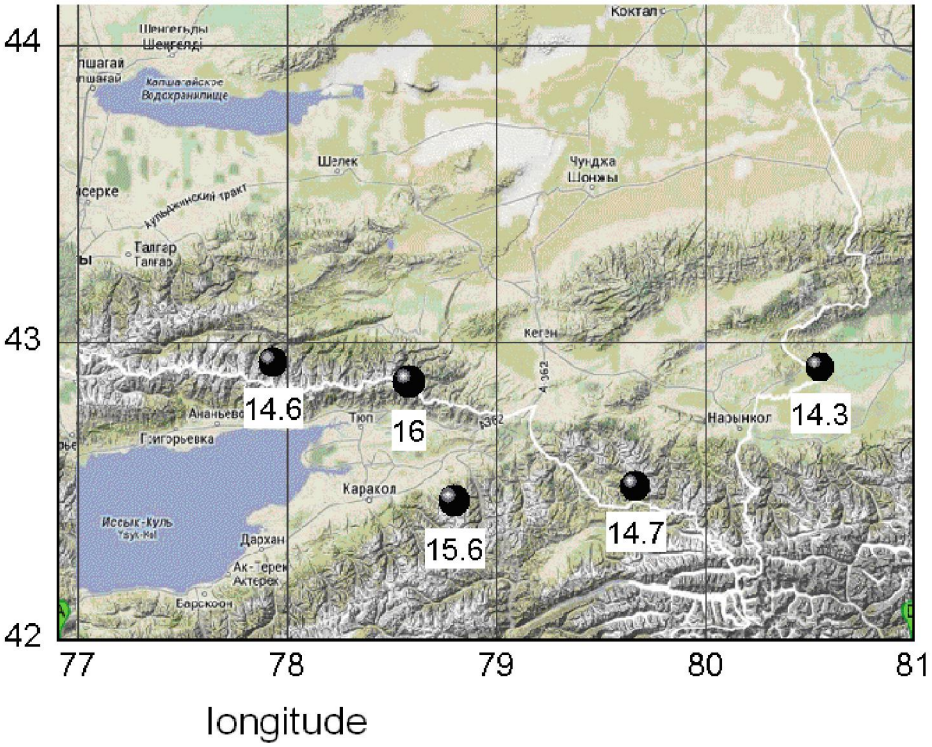


Рисунок 1 – Эпицентры землетрясений, цифры – сейсмическая энергия (Дж)

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 п р е д в е с т н и к и, свидетельствующие о месте и времени разрядки напряжения в очаге?

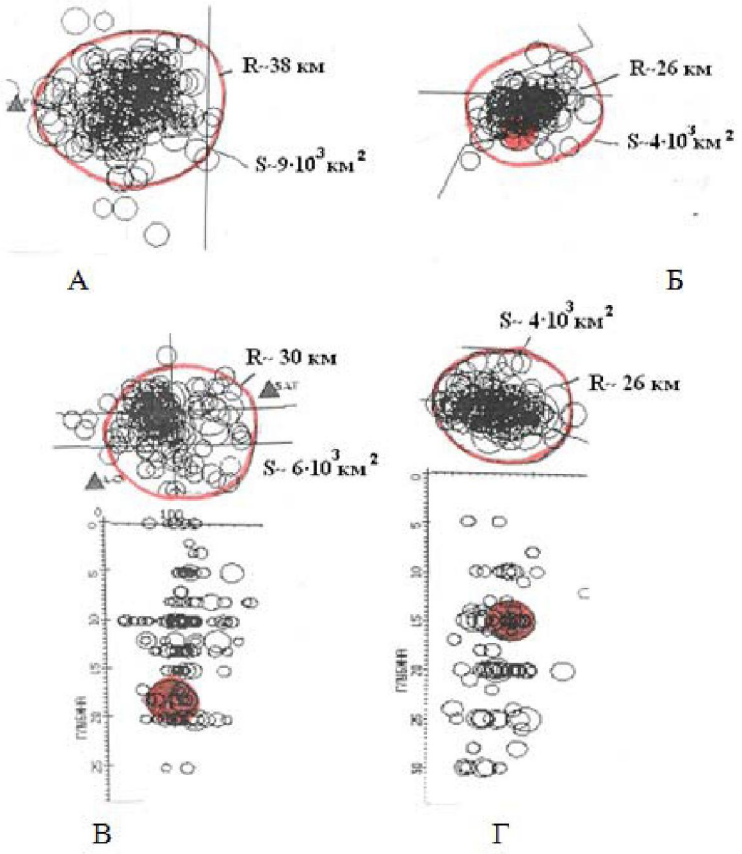


Рисунок 2 – Распределение эпицентров и гипоцентров сильных землетрясений и их афтершоков [1]:
А) Эпицентры афтершоков Сарыкамышского землетрясения (1970 г.; К=15.0)
Б) Эпицентры афтершоков Нарынкольского землетрясения (2003 г.; К=14.3)
В) Эпицентры (1) и гипоцентры (2) Байсорунского землетрясения (1990 г.; К=14.6)
Г) Эпицентры (1) и гипоцентры (2) Жаланаш-Тюпского землетрясения (1978 г.; К=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)

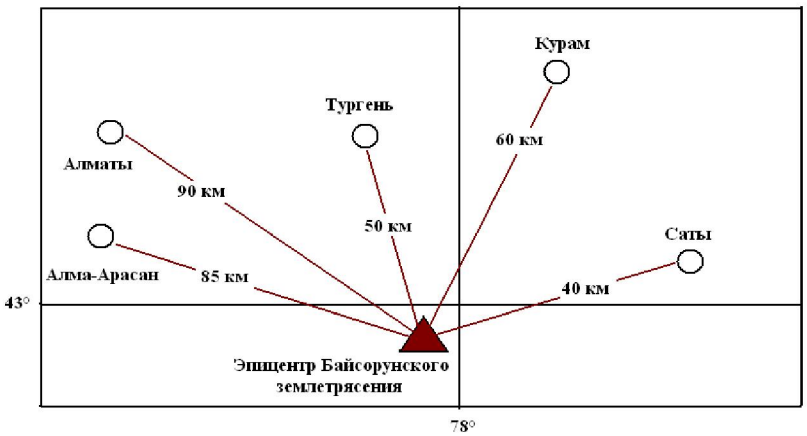


Рисунок 3 – Схема расположения пунктов мониторинга сейсмичности и эпицентра Байсорунского землетрясения

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 Vp/Vs. По многолетним данным, наблюденным на территории Северного Тянь-Шаня с 1962 г. по 2013 г. Сейсмологической опытно-методической экспедицией, среднее значение отношения Vp/Vs 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 %.

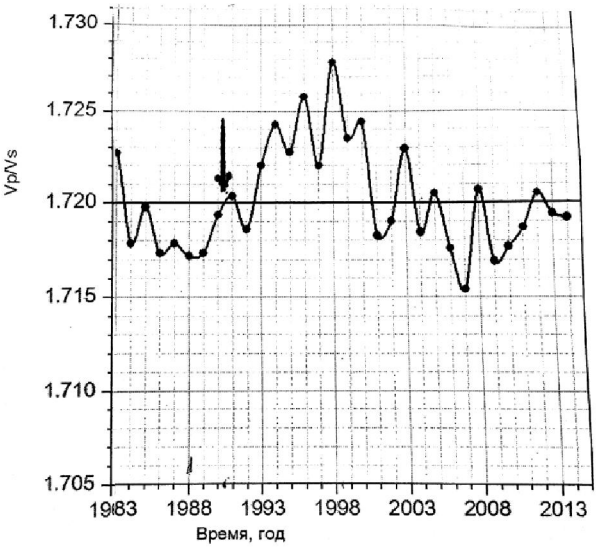


Рисунок 4 – Временное изменение отношения скоростей Vp и Vs

Figure 4 – A temporary change in velocities ratio of Vp and Vs

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 Vp/Vs увеличиваются (таблица). Для возрастания отношения Vp/Vs 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 Vp/Vs для горных пород при высоких давлениях [2]

Change in Vp/Vs 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

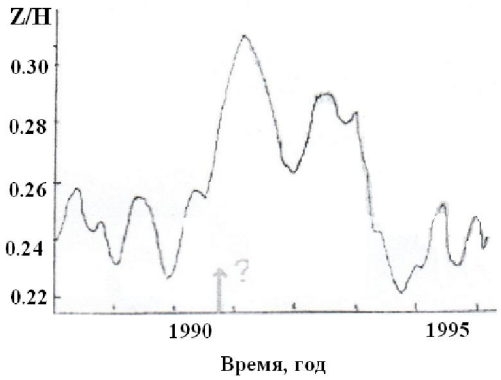
Аномалии в динамике геоэлектрических характеристик земной коры. Информация о динамике электрических свойств земной коры содержится в отношениях вариаций вертикальных (Z) и горизонтальных (H) составляющих геомагнитного поля: A= δZ/ δH, где δZ и δH амплитуды синхронных компонент Z и H. Коэффициент A и 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~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 ΔZ/ΔH в районе обсерватории Тургень [1]

Figure 5 – Graph of changes in ΔZ/ΔH ratio near Turgen Observatory [1]



Аномальное отношение δZ/δH наблюдалось в 1990–1994 гг. Оно достигло максимального значения (0.35) к началу 1991 г. (после землетрясения).

В динамике отношения δZ/δH имеется важная закономерность, заключающаяся в следующем.

1. Аномальные значения А в основном формируются в весенние и осенние месяцы (рисунки 6, 7).

2. Величины отношения δZ/δH, рассчитанные для периодов до 80 и более 80 секунд, во времени изменяются в противофазе.

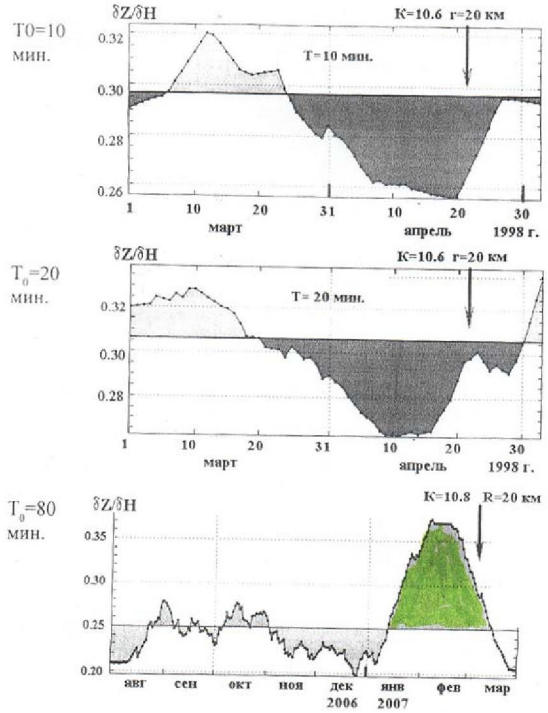


Рисунок 6 – Аномалия передаточной функции А= δZ/δH на станции Саты по 1 – минутным данным (стрелки – моменты землетрясения 07.03.2007 г, К=10.8) [4]

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

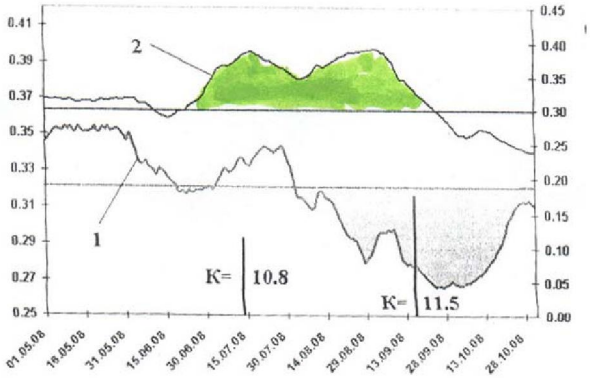


Рисунок 7 – Графики коэффициентов передаточной функции на периодах 22 мин. (кривая 1) и 90 мин. (кривая 2) по МВС Саты за май-октябрь 2008 г. [4]

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 δZ/δH и характеристиками землетрясений не выявлены.

4. В изменении отношения δZ/δH выделяются ритмы 1, 2 и 3 года.

Относительно высокие значения А зафиксированы в 1990–1993 гг. Увеличение А 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 А

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: $\rho_T = \frac{2}{T}(\frac{\delta Z}{\delta H})^2 \times y^2$. При T=10 мин отношение δZ/δH весной уменьшается до 0.1-0.2. Теоретическое стандартное значение δZ/δH≈0.3. На глубине 10 минут (600 с) сопротивление $\rho_T = \frac{2}{T}(\frac{\delta Z}{\delta H})^2 \times y^2 = \frac{2}{600}(0.3)^2 * 3 * 10^6$ м^2 = =9*10^4 Омм. Если ΔZ/ΔH=0.1, то $\rho_к$ = 1*10^{4}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).

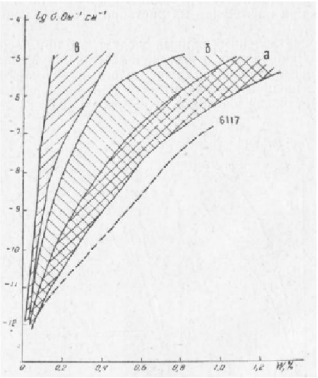


Рисунок 8 – Зависимость электросопротивления изверженных пород от насыщения их раствором NaCl с концентрацией 3 г/л: а – свежие породы основного и кислого состава; б – роговообманковые андезиты, измененные различными процессами; в – породы с весьма сильным изменением первичного минерального состава; 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; b – hornblende andesites, modified by various processes; c – breed with a very strong change in the primary mineral composition; sample 6117 – limestone [5]

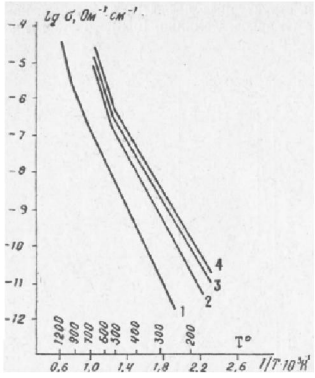


Рисунок 9 – Изменение электропроводности оливина (обр. АО-66-15) от давления (1 атмосферное; 2-5 кбар; 3-6 кбар; 4-20 кбар) при высоких температурах [5]

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]

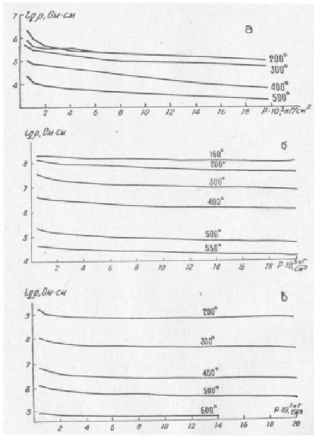


Рисунок 10 – Зависимость электросопротивления от давления и температуры: габро (обр. 13-2); г – диоритов (1 - обр. 206-21, 2-обр. 89-1) [5]

Figure 10 – Dependence of the resistivity from the pressure and temperature: gabbro (sample 13-2.); g – 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°С. Такие вариации в ней в реальных условиях земной коры (на глубине 15–20 км) не наблюдаются.

Следовательно, сезонные изменения $\rho_к$ не связаны с изменением давления и температуры в среде.