

Науки о Земле

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 1, Number 305 (2016), 65 – 69

ROTARY MODE AND SEISMICITY OF THE EARTH

A.K. Kurskeev¹, N.B. Amirov²

Institute of Seismology, Almaty
nurkhanat@mail.ru

Key words: rotary mode, seismicity, belt, zone.

Abstract. Earthquakes occur throughout the earth. The researchers of the planet for a long time have desired to create a theory that would give a coherent picture and the mechanisms of the development and formation of the centers of earthquakes in tectonosphere. In the last 40 years, claiming to be part of such a theory is the concept of "plate tectonics." It is believed that the hard layer close to the surface of the earth (lithosphere) is located above the soft layer (asthenosphere). The hard layer may move on asthenosphere. Thermal convection in the Earth's mantle is considered as the driving mechanism, but there is no direct evidence of its existence. There are no experimental records on the presence of atmospheric layer in tectonosphere of Tien Shan orogenic systems, where the lithosphere is characterized by high seismic activity. New data on natural phenomena occurring in the depths of Earth-like planets have stimulated the emergence of geodynamic concept that modern physical conditions required for structural changes in tectonosphere, are created by the intraterrestrial and extraterrestrial sources of energy. The movements caused by processes of structural transformation of lower crust and upper mantle are affected by intraterrestrial energy sources ("slow" movements). The "slow" motions of structural elements are superimposed by "fast". Products of transformation of cosmogonic energy play a regulatory role for the dynamics of modern geodynamic and seismic processes.

РОТАЦИОННЫЙ РЕЖИМ И СЕЙСМИЧНОСТЬ ЗЕМЛИ

А.К. Курскеев¹, Н.Б. Амиров²

ТОО «Институт сейсмологии», Алматы
nurkhanat@mail.ru

Ключевые слова: ротационный режим, сейсмичность, пояс, зона.

Аннотация. Землетрясения происходят на всей территории Земли. У исследователей планеты давно возникло стремление создать теорию, которая дала бы стройную картину и механизмы развития и формирования очагов землетрясений в тектоносфере. В последние 40 лет претендующей на роль такой теории является концепция «тектоники плит». Считается, что жесткий слой, близкий к земной поверхности (литосфера), расположен над мягким слоем (астеносфера). Жесткий слой может перемещаться по астеносфере. В качестве движущего механизма рассматривается тепловая конвекция в мантии Земли, прямых доказательств существования которой нет. Нет экспериментальных данных о наличии атмосферного слоя в тектоносфере Тянь-Шаньской орогенной системы, где литосфера характеризуется высокой сейсмичностью. Новые данные о природных явлениях, происходящих в недрах планет земного типа, стимулировали возникновение геодинамической концепции, согласно которой современные физические условия, необходимые для структурных изменений в тектоносфере, создаются внутриземными и внеземными источниками энергии. Движения, которые вызваны процессами направленного структурного преобразования низов коры и верхней мантии, обусловлены внутриземными источниками энергии («медленные» движения). На «медленные» движения структурных элементов накладываются «быстрые». Продукты трансформации космогенной энергии играют роль регулятора динамики современных

геодинамических и сейсмических процессов.

Землетрясения происходят на всей территории Земли. Ежегодно ими выделяется сейсмическая энергия (Е) до 10^{24} - 10^{25} эрг [1]. Судя по экспериментальным данным с 1900 года сейсмичность Земли ослабевает (рисунок 1). Скорость убывания Е составляет (Дж/год): для Земли $1.6 \cdot 10^{16}$; северной половины $7.6 \cdot 10^{15}$; южной половины $8.3 \cdot 10^{14}$.

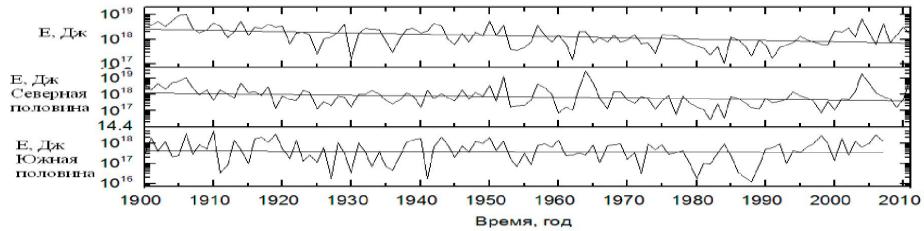


Рисунок 1. Годовой ход сейсмической энергии Е, выделившейся землетрясениями с магнитудой 7.0 и более из недр Земли

По особенностям пространственного распределения сейсмичности на северной части Земли выделяются два региональных сейсмопояса (рисунок 2). Первый, названный нами Евразийским поясом, находится между параллелями 20° - 55° с.ш. В пределах пояса наиболее сейсмически активные области (зоны) сосредоточены в местах, где в альпийском этапе тектогенеза произошла генерация высокотемпературного вещества (плюмы) [2]. В результате земная кора, «висящая» над активной мантией, в целом оказалась энергонасыщенной. На этом фоне вследствие неравномерного распределения энерговодов («каналов») формировались многочисленные локальные зоны. Масштабы современных термодинамических условий в таких зонах определяют уровень сейсмической активности в них.

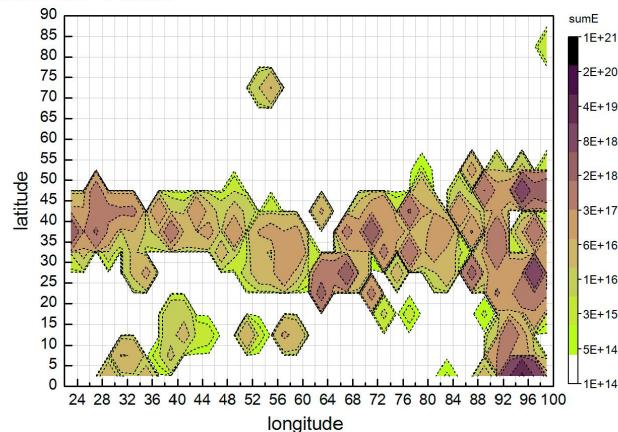


Рисунок 2. Евразийский региональный сейсмопояс

Самым интересным является факт территориальной приуроченности сейсмического пояса к крупнейшей структуре литосферы Евразийского континента (ЕК), которая в новейшем этапе тектогенеза охвачена единым, глобальным полем упругих напряжений ротационно-инерционной природы[4].

Для рассматриваемой темы особое значение имеет приуроченность сейсмогенерирующих поясов к зонам глобального скальвания, причинами формирования которых является изменение ротационного режима Земли [3]. Следовательно, есть основание считать, что современные периоды (этапы) активизации геодинамических и, как следствие, сейсмических процессов в литосфере таких зон инициируется и регулируется теми же космическими силами, которые являлись причинами их образования. Об этом свидетельствует однотипность доминирующих ритмов в динамике внеземных и внутриземных процессов (таблица 1).

Таблица 1 – Ритмы природных процессов и явлений

Наименование	Ритмы, год	Литература
Сейсмичность литосферы	2-2.5; 3-4; 7.5; 11; 18.6; 22; 33; 45; 90-100	[2]
Динамика флюидов	1; 2-4; 5-6; 8-10; 22; 44	[2]
Скорость вращения Земли	1; 3; 6; 11; 18.6-22; 33; 60-70	[5]
Солнечная активность (число Вольфа)	1; 2; 5.5; 7.1; 11; 22; 44; 70-90	[6]
Метеорологические явления	2; 3-4; 7-8; 9-10; 13-16; 20-24; 25-50; 50-100	[6]
Приливообразующие силы	1; 2; 4; 18.6	[2]
Силы гравитационного взаимодействия планет Солнечной системы	2; 4; 6; 9; 22; 33	[7]

Изменение ротационного режима Земли адекватно отражается в динамике ее фигуры и в динамике структурных неоднородностей. Радиус планеты (R) и скорость вращения ω взаимосвязаны по закону механики [12]: $R = \sqrt{\frac{Q}{0.33 \cdot M \cdot \omega}}$, где Q – момент количества движения, M – масса.

Согласно этой формуле, увеличение скорости ω приводит к уменьшению радиуса R Земли, а уменьшение ω – к росту R . Изменение ротационного режима Земли вызывает изменение деформирующих сил [11]: $F_2 = \frac{1}{3} \omega^2 z (1 + 3 \sin^2 \varphi)^{1/2}$, где z – радиус, φ – широта. Под действием деформирующих сил возникают тангенциальные напряжения с максимумами в средних широтах ($\varphi=20+50^\circ$) и сопряженные радиальные движения (рисунки 3, 4). Величина создаваемого напряжения достигает до $n \cdot 10^3$ бар [9].

Как видно на рисунке 5, зоны аккумуляции напряжения в недрах Земли и «концентрации» очаговых зон сильных и разрушительных землетрясений в литосфере размещены в центральной части планеты между широтами $25-50^\circ$ с.ш., где происходят максимальные изменения в циркуляции атмосферных масс.

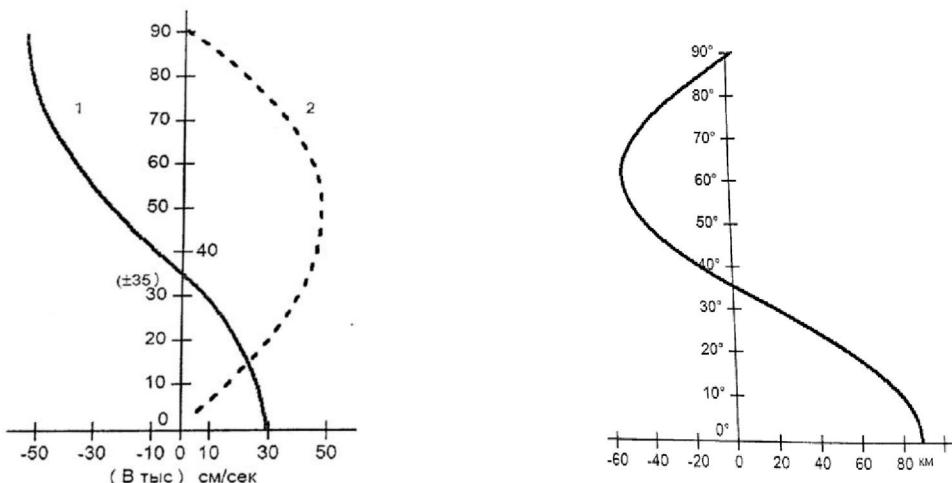


Рисунок 3. Изменение деформирующих сил $F_N(1)$ и $FK(2)$ с изменением угловой скорости вращения по широте [9]

Рисунок4. Разности длины параллелей эллипсоидов с полярным сжатием 1:100 и 1:299. За единицу длины каждой параллели эллипсоида с полярным сжатием 1:299, их длину отображает ось ординат, разности длин отображает кривая [9]

При взаимодействии земной поверхности с циклически изменяющимися приливными силами, атмосферными фронтами в литосфере формируются твердые волны. Они носят гармонический затухающий характер [11]: $W_{ZL}(y, t) = W_0 e^{-Y/Y_S} \cdot \sin\left(2\pi \frac{t}{T} - \frac{Y}{Y_S}\right)$, где T – период, t – время. Волна

распространяется по оси y , с частотой ω . Каждая гармоника проходит свой скин слой за время $t_s = \frac{T}{2\pi} = \frac{1}{\omega}$, достигая при $Y=Y_S$, в момент времени $t_0 = t_s \left(1 + \frac{\pi}{2}\right)$ максимальной амплитуды.

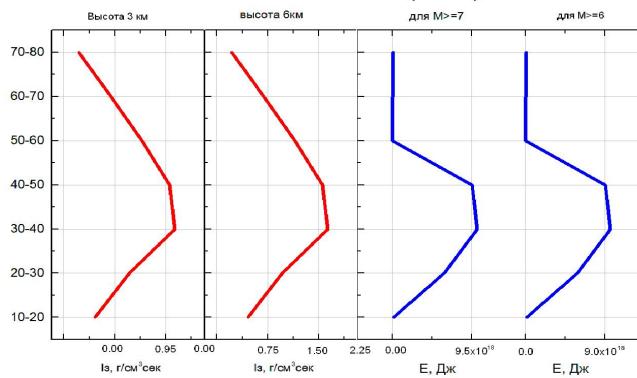


Рисунок 5. Распределение суммарной энергии землетрясений по широтам для $M \geq 6$ и $M \geq 7$ и среднего зонального потока масс воздуха в ($\text{г}/\text{см}^3 \cdot \text{сек}$) на высотах 3 и 6 км[10]

Глубину проникновения гармоник в литосферу можно рассчитать по формуле $Y_{Si} = \lambda_i \left(\frac{G}{2\pi \cdot \eta_i} \right)^{1/2}$.

Результаты расчетов представлены в таблице 3 (при модуле упругости $G=3 \cdot 10^{11}$ дин/ см^2).

Таблица 3 – Мощности «скин-слоев» для основных гармоник возбуждающих дневную поверхность блоков[12]

T_i	1	5.3	11	18.6	22	31	62	125	250	500	10^3
λ_i , км	~1	~5	~10	~18	~22	~30	~60	~120	~250	~250	~1000
η_i , П	$1.5 \cdot 10^{18}$	$8 \cdot 10^{18}$	$1.7 \cdot 10^{19}$	$3 \cdot 10^{19}$	$3.3 \cdot 10^{19}$	$5 \cdot 10^{19}$	10^{20}	$2 \cdot 10^{20}$	$4 \cdot 10^{20}$	$8 \cdot 10^{20}$	$1.5 \cdot 10^{21}$
Y_{Si} , км	~1	~5	~10	~18	~22	~30	~60	~120	~250	~500	~1000

Таким образом, в современном этапе тектогенеза геодинамическую и сейсмическую активность проявляют глобальные структуры литосферы, причины формирования которых были связаны с изменением ротационного режима Земли. Особенностями таких структур являются:

- высокая дислоцированность земной коры (регматическая сеть трещин);
- повышенная температура земной коры (тепловой поток в 1.5 -2 раза выше по отношению к прилегающим стабильным структурам);
- повышенная тензочувствительность зон к внеземным источникам энергии;
- дифференцированный отклик энергонасыщенных и ненасыщенных структур к динамике внешних источников энергии.

В рамках существующих концепций, теорий и гипотез о том, что очаги землетрясений формируются, главным образом, при движении континентов под воздействием внутрьземных сил, установленные факты (закономерности) о планетарных и глобальных изменениях сейсмических процессов не объясняется и, как следствие, методы прогноза землетрясений и оценки сейсмической опасности, разработанные на основе таких представлений, не оправдываются. Настала необходимость изучения современных геодинамических и сейсмических процессов, в том числе вопросов по оценке сейсмической безопасности с учетом влияния планет Солнечной системы, в первую очередь Солнца и Луны [13].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Каталог NEIC <http://www.earthquake.usgs.gov/regional/neic/>
- [2] Надиров Н.К., Курскеев А.К., Жантаев Ж.Ш. Дифференцированный отклик структур Тянь-Шаня на воздействие космических сил как основа современных геодинамических и сейсмических процессов в литосфере // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. 2014. №2. С. 56-69.
- [3] Расцветаева Л.М. Закономерный рисунок земной поверхности и его динамическая интерпретация // Проблемы планетарной геологии. Москва. 1980. 130-158 с.

- [4] Прилепин М.Т. Геодезическая и палеомагнитная модели движения глобальных тектонических плит // Очерки геофизических исследований. Москва. ОИФЗ РАН. 2003. 363-368 с.
- [5] Сидоренков Н.С. Физика нестабильности вращения Земли. Москва. Физматиздат. 2002. 304 с.
- [6] Сачок Г.И. Сопряженность колебаний климата в северном полушарии. Минск. Наука и техника. 1985. 107 с.
- [7] Арушанов М.Л. Гравитация, солнечная активность вращения Земли индикаторы погоды на длительные сроки. Ташкент. 2014. 149 с.
- [8] Смарт У.М. Небесная механика. М.: Мир. 1965. 502 с.
- [9] Столов М.В. Избранные труды. Часть 1. М.: Наука. 1975. 155 с.
- [10] Кац А.Л. Сезонные изменения общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы. Ленинград. 1960. 120 с.
- [11] Теркот Д., Шуберт Дж. Геодинамика. Москва. Мир. 1985. Том II. 370 с.
- [12] Курскеев А.К., Сидоров А.М. Роль инерционных процессов в динамике структурных элементов литосфера Земли // Вестник Академии Наук Казахской ССР. 1989. №6. С. 47-55
- [13] Надиров Н.К., Курскеев А.К. Закономерная корреляционная связь между параметрами возмущенной (флюидонасыщенной) и невозмущенной геологической среды с пульсацией фигуры Земли. Диплом №418 на открытие. 2011 г.

REFERENCES

- [1] Product NEIC <http://www.earthquake.usgs.gov/regional/neic/>
- [2] Nadirov N.K., Kurskeev A.K., Zhantaev Zh.Sh. Differential response of structures of the Tien Shan to the impact of cosmic forces as the basis of modern geodynamic and seismic processes in the lithosphere // News of NAS Rk. Series Geology and Engineering. 2014. №2. p. 56-69. (in Russ.).
- [3] Rastsvetaeva L.M. The natural pattern of the earth surface and its dynamic interpretation // Problems of planetary geology. Moscow. 1980. 130-158 p. (in Russ.).
- [4] Prilepin M.T. Geodesic and paleomagnetic model of the motion of global tectonic plates // Sketches of Geophysical Research. Moscow. UIPE RAS. 2003. 363-368 p. (in Russ.).
- [5] Sidorenkov N.S. Physics of the Earth's rotational instability. Moscow. Fizmatizdat. 2002. 304 p. (in Russ.).
- [6] Fishnet G.I. The conjugation of climate variations in the northern hemisphere. Minsk. Science and Technology. 1985. 107 p. (in Russ.).
- [7] Arushanov M.L. Gravity, the rotation of the Earth, solar activity indicators weather for long periods. Tashkent. 2014. 149 p. (in Russ.).
- [8] Smart U.M. Celestial mechanics. M.: Mir. 1965. 502 p. (in Russ.).
- [9] Stovas M.V. Selected works. Part 1. M.: Nauka. 1975. 155 p. (in Russ.).
- [10] Katz A.L. Seasonal changes in the general circulation of the atmosphere and long-term forecasts. Leningrad. 1960. 120 p. (in Russ.).
- [11] Terkot D., Schubert J. Geodynamics. Moscow. Peace. 1985. Volume II. 370. (in Russ.).
- [12] Kurskeev A.K., Sidorov A.M. The role of inertial processes in the dynamics of the structural elements of the Earth's lithosphere // Bulletin of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR. 1989. №6. p. 47-55. (in Russ.).
- [13] Nadirov N.K., Kurskeev A.K. The regular correlation between the parameters of the perturbation (fluid-saturated) and undisturbed geological environment pulsating figure of the earth. Diploma №418 for opening. 2011. (in Russ.).

Жердің сейсмологиялық белсенділігі және айналу режимі**А.К. Курскеев¹, Н.Б. Амирров²**

ЖПІС «Сейсмология институты», Алматы қаласы,

Түйін сөздер: ротационалды режимі, сейсмикалық, белдеу, аймақ, плита

Аннотация. Жерсілкіну жердің барлық жерінде болады. Ғаламшарды зерттеушілер бұрыннан-ақ тектоносферадағы жер сілкіні ошақтарының құрылуы және механизмдердің дамуының үйлесімді көрінісін көрсетуге тырысатын теорияларды шығарды. Соңғы 40жылдандағы теорияның белгілі болуға үміті «плита тектоникасы» түжірымдамасыбыз табылады. Жер бетіне жақын орналасқан (литосфера) қатты қабат жүмсақ қабаттың үстінде орналасқан (астеносфера). Қатты қабат жүмсақ қабаттың үстінде қозғала алады. Жер мантиясындағы жылу конвекциясы мұнның қозғаушы механизмі болып табылады, бірақ бұған нақты дәлел жоқ. Литосферасы жоғары сейсмикалық жағдайда болатын Тянь-Шань орогендік жүйесінің тектоносферасында ауа қабаттың бар екендігі жайында тәжірибелік деректер жоқ. Жер шары қойнауында болып жатқан табиги жағдайлар туралы жана мәліметтер геодинамикалық түжірымдаманың қалыптасуын қамтамасыз етті, және осыған орай тектоносфера құрлымының өзгеруіне қажетті заманауи физикалық жағдайлар жердің ішкі және сыртқы энергия көздерінен қалыптасады. Төменгі жер қыртысы және жоғары мантиядың бағытталған құрлымдық өзөрістер процестерінің нәтижесінде пайда болған қозғалыстар жерінің энергия көздеріне қатысты (баяу қозғалыс). «Баяу» қозғалыстағы құрлымдық элементтерге «жылдам» қозғалыстағы құрлымдық элементтер жүктеледі. Фарштың энергия трансформациясының өнімдері заманауи геодинамикалық және сейсмикалық процестері динамикасының реттеуіші рөлін аткаралды.

Сведения об авторах**А.К. Курскеев** – академик НАН РК, Заведующий лабораторией ТОО «Институт сейсмологии», Алматы**Н.Б. Амирров** – старший научный сотрудник, ТОО «Институт сейсмологии»

Поступила 12.01.2016 г