

K.K. Kolumbetova*

Institute of seismology LTD, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: kolumbetova@gmail.com

RELATIONSHIP BETWEEN ROCK DEFORMATION AND THE GEOPHYSICAL AND FLUID PROCESSES OF THE EARTH'S CRUST

Abstract. Tien-Shan seismogen (TSS) is the modern mobile macro-fissure structural heterogeneity of lithosphere within which geodynamical processes occur accompanying intensive tectonic movements in earth's crust and seismic phenomena [10]. The TSS is distinguished as a whole structural formation in the area of the joint structure of the Urals and Western Siberia with the structures of Central Asia by means of a complex of interpretation and analysis of a whole range of materials: geological, geophysical, etc. [1]. In order to study the current geodynamics of the structural irregularities of the Earth's crust in the territory of North Tien Shan, which is the most seismically active in Central Asia, comprehensive geophysical studies are being conducted. Monitoring consists of three permanent observation points with a 24-hour programme. Those points are situated on seismic active part of Northern Tien-Shan. Kurty point is located in flat part of monitoring area (area with weak seismicity of the earth's crust) and other points, Turgen and Medeo are located in seismic active part of Tien-Shan.

Strainmeters are oriented in the North-South and East-West directions. Based on the experimental data obtained at Kurty, Medeo and Turgen points the bank of data was created. It contains hourly, daily, monthly and annual average values of deformations calculated by directions C-Y and B-3, as well as their modules.

In this paper, the link between the deformation of rocks and atmospheric processes (the link between rock deformation and concentration density of electrons in ionospheric layers) are researched.

According to trends, electron concentration in E layer increases but in higher layers decreases. Rock deformation in Medeo and Turgen area changes synchronously with the dynamics of the electron concentration in E layer and in Kurty area is antiphase.

As a result, it is possible to trace the dependencies and links between the deformation of rocks and the geophysical and fluid processes of the Earth's crust, which, after analyzing and interpreting the data obtained experimentally, can be traced.

Keywords: Rock deformation, structural heterogeneities, earth's crust, deformography observations, geophysical process.

Introduction. For research purposes of modern geodynamics of earth's crust structural heterogeneities on Northern Tien-Shan territory which is the most seismic active in Central Asia comprehensive geophysical surveys are being conducted. Deformography observation monitoring was created including three observation points Kurty, Medeo and Turgen. In more than three decades at these observation points was collected a big amount of experimental materials about the current deformation of rocks formations. However, the physical nature of the deformations observed under natural conditions has not been investigated. In this paper for the first time was researched the fine structure of rock deformations in details and were identified the sources of the interrestrial and extraterrestrial energies under the influence of which changes the stress-strain state of the upper part of the earth's crust.

Connection between deformation and atmosphere processes. Atmospheric pressure and concentration of electrons in ionospheric layers E, F_1 , F_2 . can be taken as indicator of changes in atmospheric processes

Connection between solid deformation and electron density in ionospheric layers. The ionosphere has three layers. The bottom layer E, in the middle part is layer F_1 and upper layer is F_2 .

In figure 1 graphs of electron density change in all of the layers are introduced (materials are provided by Institute of Ionosphere MES RK). The observations are made from Almaty observatory. According to trend components electron concentration in E layer increases and in top layers

decreases. Solid deformation in Medeo and Turgen areas changes synchronically with dynamic of electron concentration in E layer (figure 1) and in Kurty area out of phase.

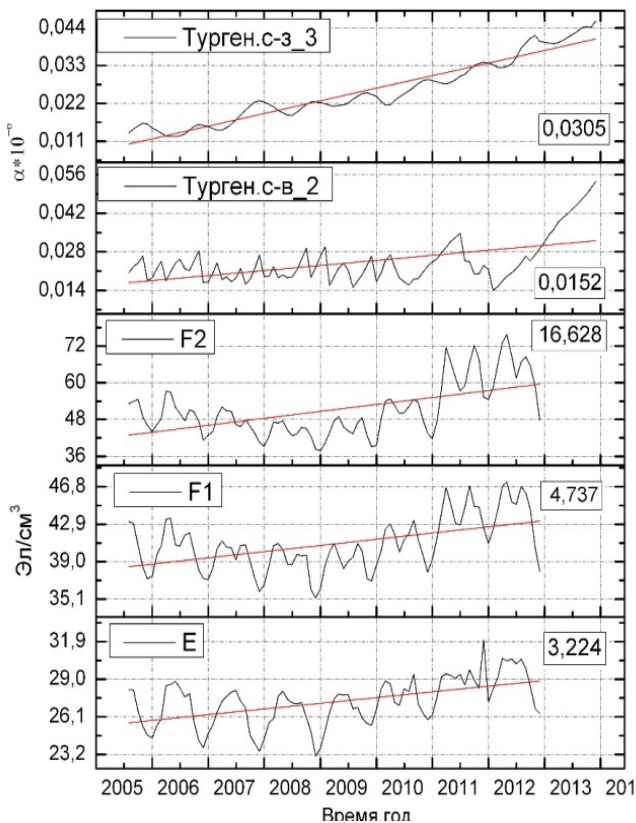


Figure 1. Graphs of average monthly deformational measurements on Turgen station and electron concentration of E, F₁, F₂ on Almaty station

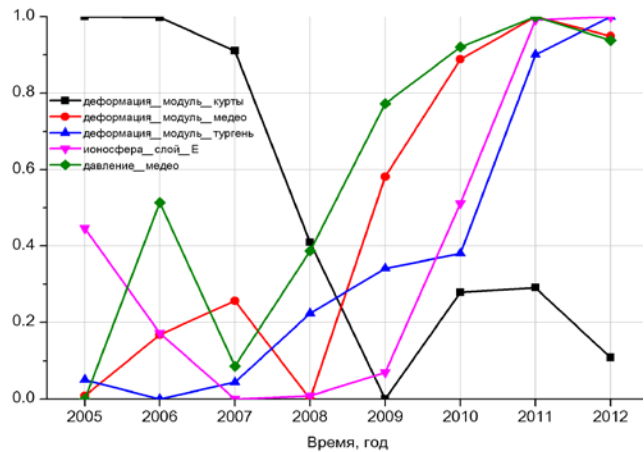


Figure 2. Graphs of changes in time of deformation modulus, electron concentration in E layer and atmosphere pressure.

Connection of deformation and atmosphere pressure. Values of deformation modules, according to trend components, vary from $-1.45 \cdot 10^{-9}$ to $+16 \cdot 10^{-9}$. Deformation is calculated by average monthly data on Kurty and Turgen stations in 2005-2011 and synchronically decreased with a velocity $6.6 \cdot 10^{-18} 1/sec$, while on Medeo station it was increasing with a velocity $7.3 \cdot 10^{-17} 1/sec$ (figure 3).

Increments $\Delta\alpha_{T-K}$, $\Delta\alpha_{M-K}$ in the same years have been increased.

Atmosphere pressure on Medeo station where α_M increased in 2005-2011 period, increased with a velocity $1.81 \cdot 10^{-8} 1/sec$. On Kurty and Turgen stations where α_M decreased pressure decreased. Values of deformation α_M by average annual data on stations change from $-1.6 \cdot 10^{-3}$ to $14.6 \cdot 10^{-3}$ (figure 4). On Kurty and Turgen stations α_M decreased with a velocity from $7.2 \cdot 10^{-18} 1/sec$ down to $5 \cdot 10^{-17} 1/sec$. Increments $\Delta\alpha_M^{T-K}$ and $\Delta\alpha_M^{M-K}$ have been increasing with a velocity up to $1.2 \cdot 10^{-16} 1/sec$. Thus, dependence of α_M on atmosphere factors doesn't cause any doubt.

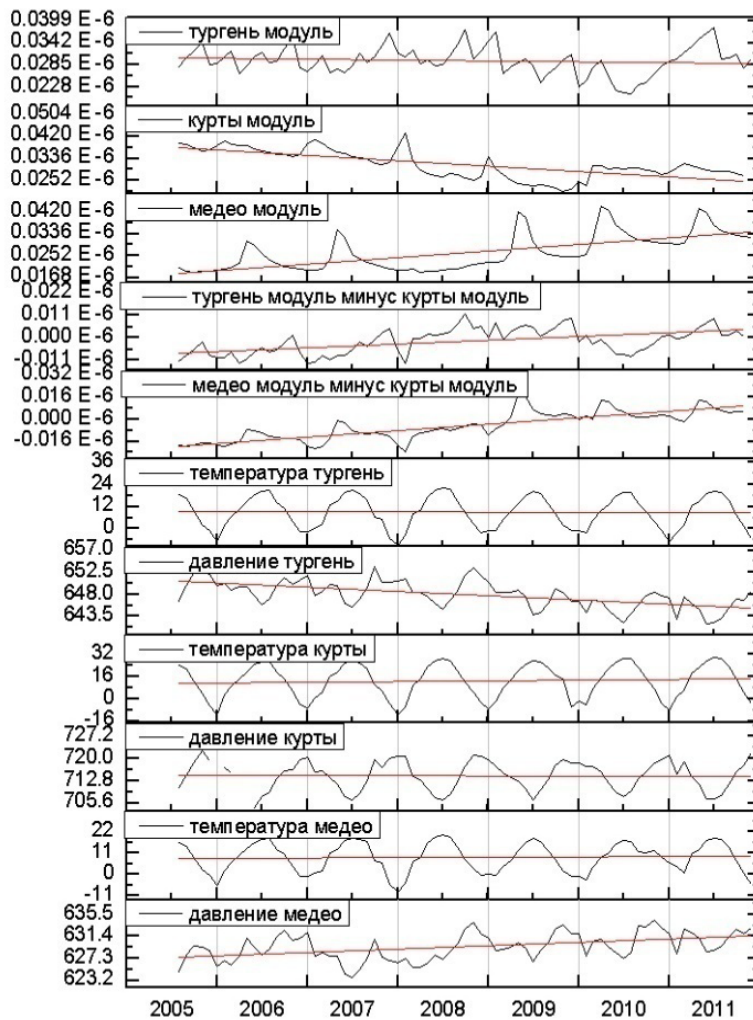


Figure 3. Average monthly data of deformation modulus, deformation differences of temperature modulus (T, °C) and pressure (P, mm Hg).

Table 1. Solid deformation velocity

Station	Deformation α , velocity α/t , 1/sec					
	$\alpha_{C-Ю}$	$\alpha/t, 10^{-17}$	α_{B-3}	$\alpha/t, 10^{-17}$	α_M	$\alpha/t, 10^{-17}$
Kurty	$-1.19 \cdot 10^{-8}$	-3.8	$-5.9 \cdot 10^{-9}$	-3.4	-	-1
	$-1.2 \cdot 10^{-8}$		$-6 \cdot 10^{-9}$		$-1.4 \cdot 10^{-9}$	
	$-8.5 \cdot 10^{-9}$		$-7.6 \cdot 10^{-9}$		$-1.6 \cdot 10^{-9}$	
Medeo	$2.7 \cdot 10^{-9}$	2.10	$1.9 \cdot 10^{-8}$	7	-	7
	$2.3 \cdot 10^{-9}$		$1.8 \cdot 10^{-8}$		$1.6 \cdot 10^{-8}$	
	$4.3 \cdot 10^{-9}$		$1.5 \cdot 10^{-8}$		$1.5 \cdot 10^{-8}$	
Turgen	$3.7 \cdot 10^{-9}$	1.3	$-7 \cdot 10^{-9}$	-3	-	-5
	$3.9 \cdot 10^{-9}$		$-6.8 \cdot 10^{-9}$		$-1.4 \cdot 10^{-9}$	
	$2.8 \cdot 10^{-9}$		$-6 \cdot 10^{-9}$		$-1.1 \cdot 10^{-8}$	

Solid deformation velocity calculated by average annual trend α_M vary from $-5 \cdot 10^{-17}$ 1/sec up to $7 \cdot 10^{-17}$ 1/sec. The velocity of pressure change varies from $-2 \cdot 10^{-8}$ mm up to $1.7 \cdot 10^{-9}$ mm. Average annual atmosphere pressure on Kurty and Turgen stations increased but α_M deformation decreased.

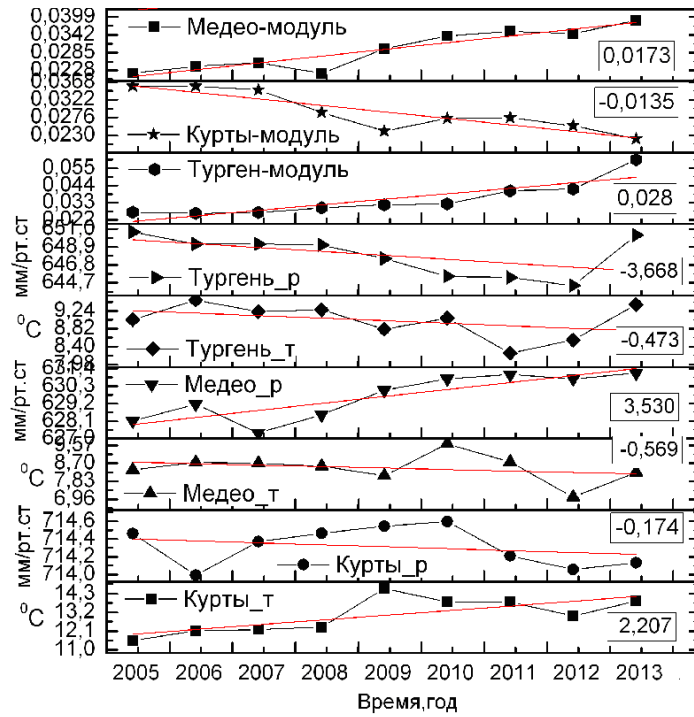


Figure 4. Graphs of average annual modules of deformation data, temperature and pressure on Turgen, Kurty and Medeo stations

Connection between deformation and earth processes. As an indicator of deformation processes change were used:

seismic energy of earthquakes with $K \geq 5.0$ happened in 2005-2013 years on 410-440 of northern latitude and 760-790 of eastern longitude coordinates territory;

relations of V_p and V_s velocities $\frac{V_p}{V_s}$ calculates by earthquakes data on 410-440 northern latitude and 760-790 eastern longitude territory;

the change of the groundwater level.

Connection between deformation measurements and earthquakes. Between deformation measurements and amount of weak earthquakes the synchronicity in their dynamic is observed (figure 5.26). However, dependence of seismic energy on solid deformation is not established.

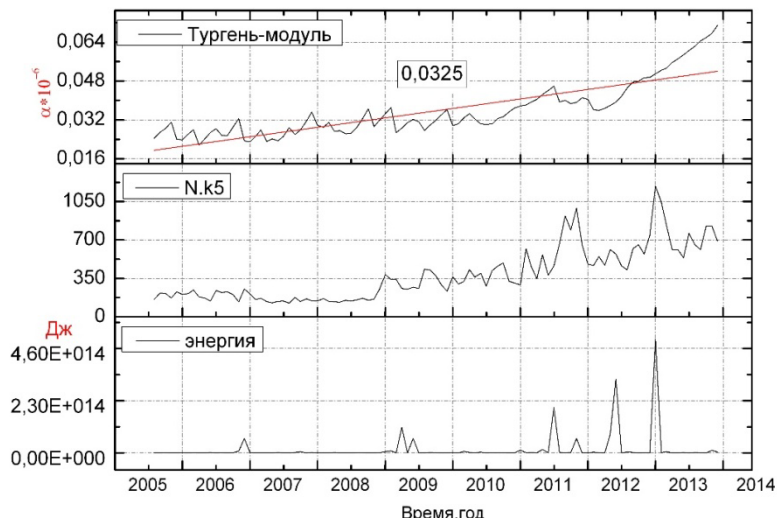


Figure 5. Average monthly deformation modules on Turgen station, seismic energy and earthquakes amount

Connection between solid deformation and relations of velocities $\frac{V_p}{V_s}$. In figures 6-7 is seen that between α_M on Kurty and Turgen stations and relation of velocities $\frac{V_p}{V_s}$ the connection is not observed.

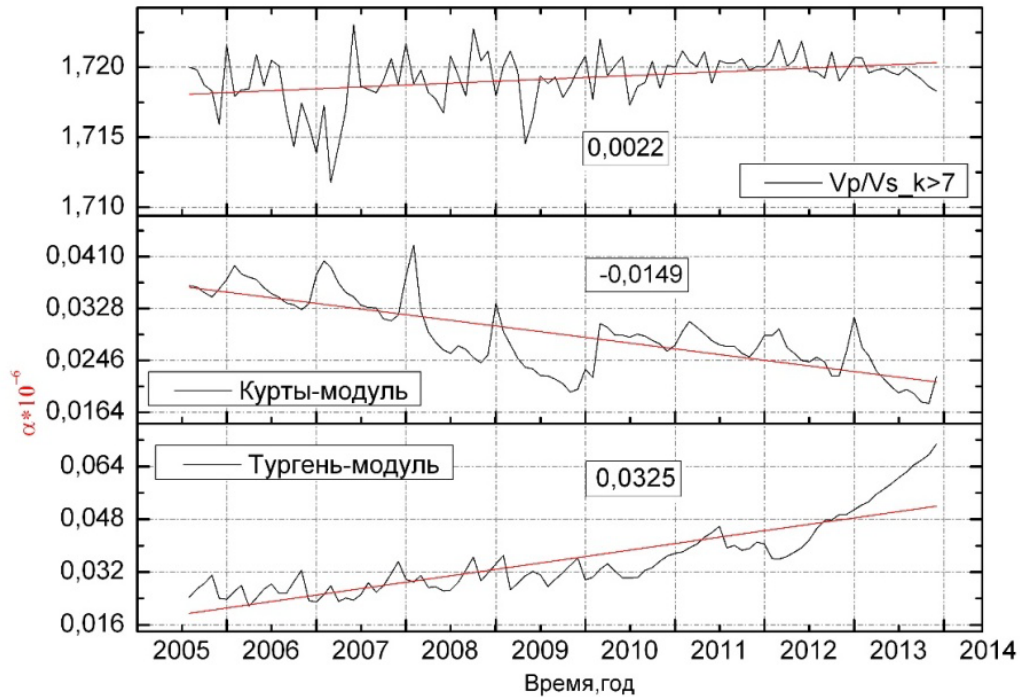
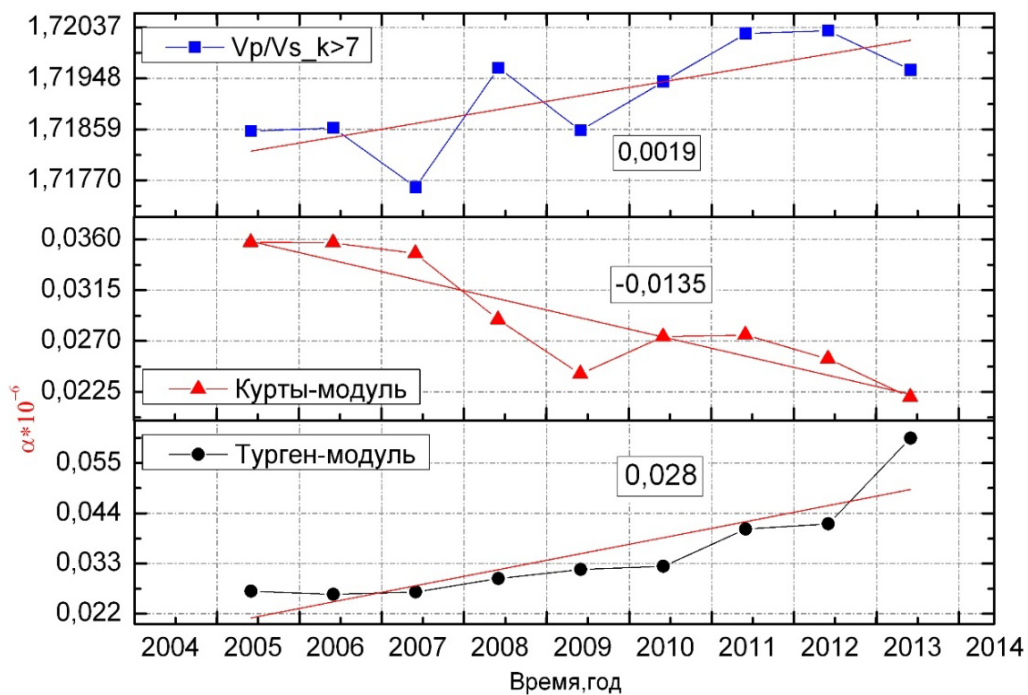


Figure 6. Graphs of average monthly $\frac{V_p}{V_s}$ for $K \geq 7$ deformation modules on Turgen and Kurty stations



Figures 7. Graphs of average annual $\frac{V_p}{V_s}$ for $K \geq 7$ deformation modules on Turgen and Kurty stations

Tight connection between solid deformation and the groundwater flow rate is distinctively seen in figure 8. Correlation coefficients between deformation components and water flow rate reaches up to 0.8-0.9.

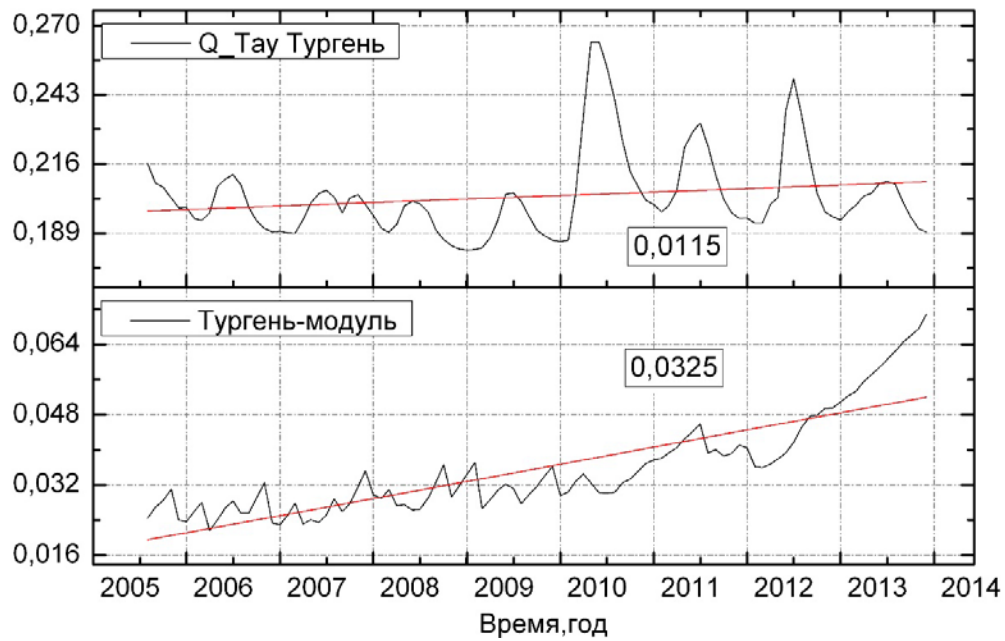


Figure 8. Average monthly deformation modules on Turgen station and water flow rate in the Tau-Turgen well.

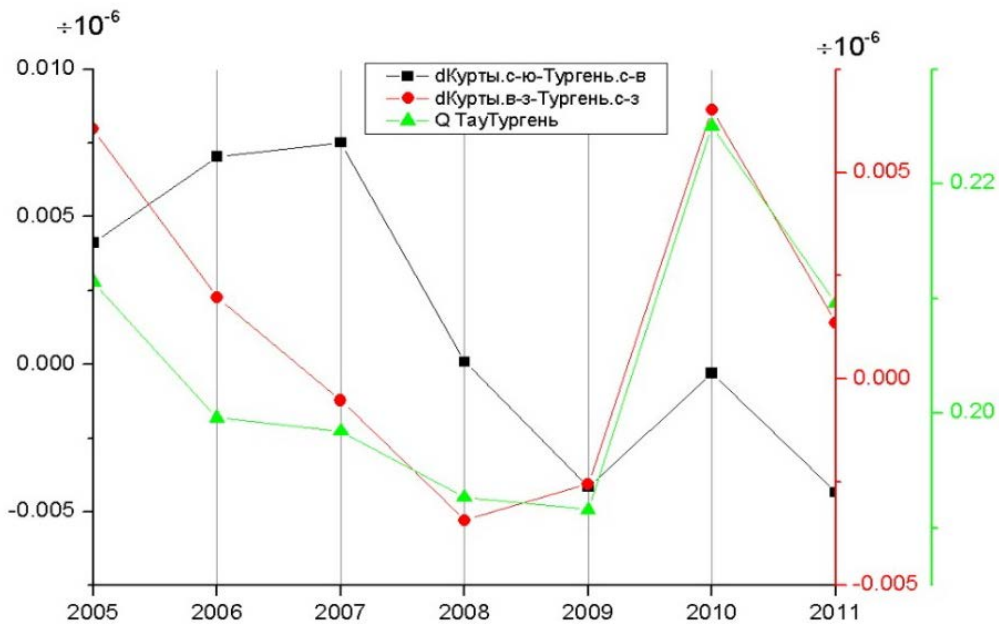


Figure 9. Average annual differences observed deformations on Kurty-Turgen stations and flow rate of water on Tau-Turgen station.

Conclusion. Thus, as a result of research it was established that on temporal dynamics of deformation of structural heterogeneities of the earth's crust prevailing influences are physical phenomena occurring on the earth's surface being influenced of atmosphere masses circulation and changing the constituent elements of the gravitational field. The role of this kind of force factors prevail over the stress effects created in the focal zones of strong earthquakes by tectonic processes.

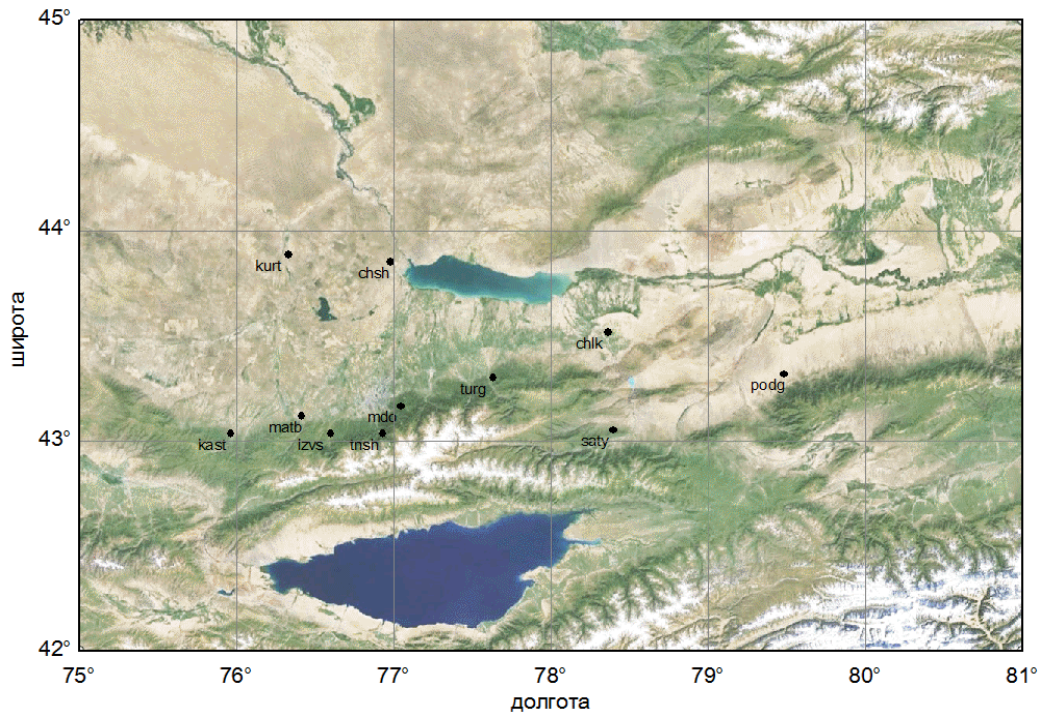


Figure 10. Vectors of observed deformation on Kurty, Medeo and Turgen in 2005-2013 years.

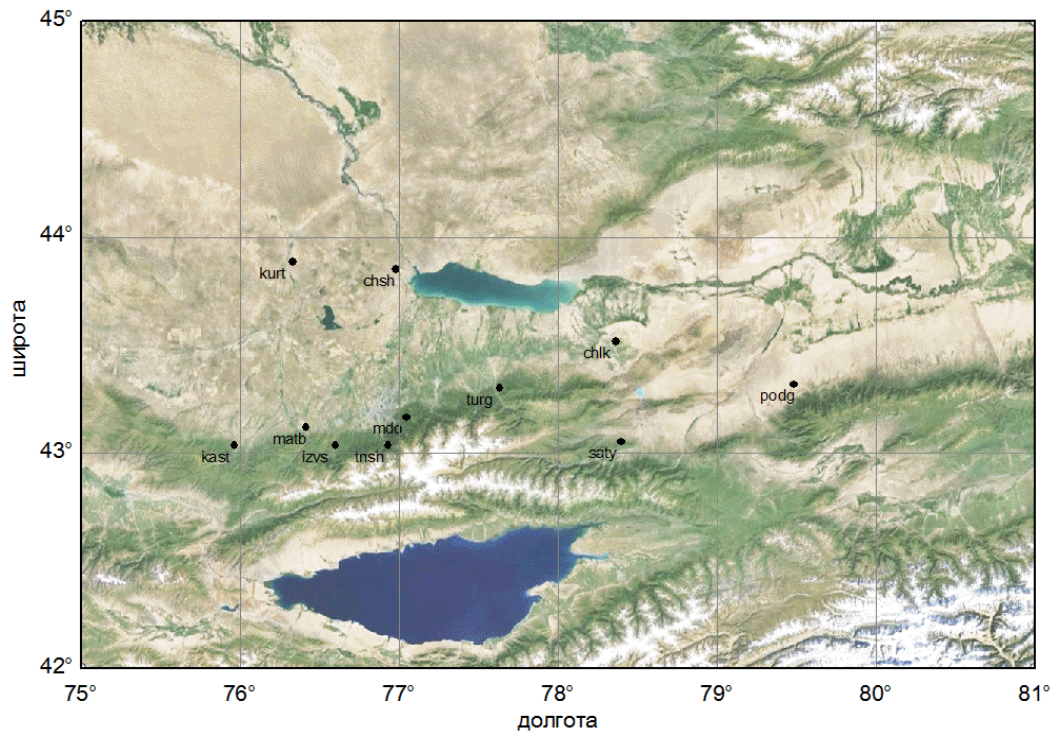


Figure 11. Seasonal changes of observed deformation on Kurty, Medeo and Turgen stations in 2005-2013 years.

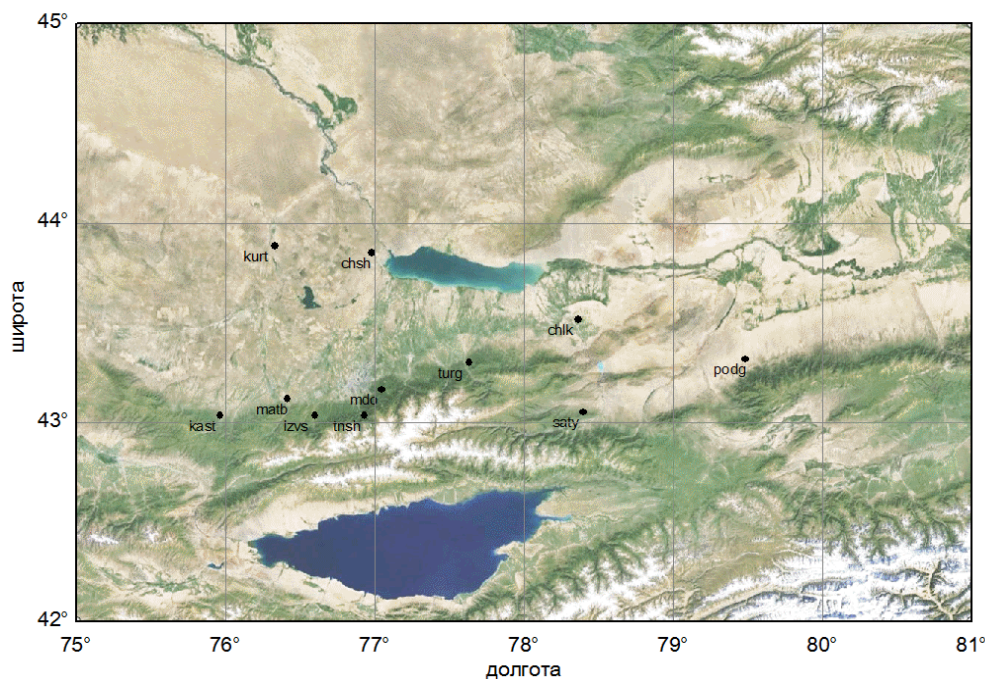


Figure 12. Vectors of observed deformation on Medeo and Turgen stations relatively to vectors of observed deformation on Kurty station in 2005-2013 years

REFERENCES

- [1] Kurskeev AK (1996) Geophysical heterogeneities of the lithosphere. Gylm, Kazakhstan. ISBN 5-628-01933-X (In Russian)
- [2] Kurskeev AK, Abakanov TD, Serazetdinova BZ (2012) Earthquakes: Origin and prediction [Zemletryaseniya: proiskhojdenie I prognozirovaniye]. Almaty. Jevero. 314 p. (In Russian)
- [3] Tikhomirov AV (2012) The modern deformational processes and seismicity of Northern Tien-Shan earth's crust [Sovremennye deformacionnye processy I seismichnost' zemnoi kori Severnogo Tyan-Shanya] Reg Num.:0402PK00217 (In Russian)
- [4] Tadeev CC (2015) Results of researches of rock deformations on the Almaty polygon territory [Rezultaty issledovaniya deformacii gornikh porod na territorii Almatinskogo polygona] ISSN-1682-0533 (In Russian)
- [5] Kurskeev AK Zemletrjaseniya I seismicheskaja bezopasnost' Kazahstana. Almaty. Jevero, 2004. 506 p. (in Russian)
- [6] Kurskeev AK (1990) Problems of earthquake forecast. Nauka, Kazakhstan. ISBN 5-628-00327-1 (In Russian)
- [7] Tchediya OK (1986) Morphostructures and recent tectogenesis of Tien-Shan. Frunze. Ilim. 1986. 314 p. (In Russian)
- [8] Kurskeev AK, Timush AV. Alpiyskiy tektonogenez I seismogennye strukturi. Almaty, Kazakhstan. 1987. 180 p. (In Russian)
- [9] Schazilov VI (1980) The structure of earth's crust and of the top mantle of the Northern Tien-Shan. Seismic models of general geostuctures of USSR territories lithosphere. Moscow. Nauka. P. 116-120. (In Russian)
- [10] Kurskeev AK (1983) Physical basics of crust earthquakes formation and their harbingers. Questions of the orogenic belt seismology of Kazakhstan. Almaty. Nauka. 286 p. (In Russian)
- [11] Sadykova AB (2001) about seismic regime of Tien-Shan. Modern geodynamics, deep structure and seismicity of platform territories and regions [O seismicheskom rejime Tyan-Sanya. Sovremennaya geodinamika, glubinnoe stroenie I seismichnost' platformennikh territoriy I opredelennih regionov] P. 323-326. (In Russian)

[12] Nadirov N.K., Kurskeev A.K., Zhantaev ZhSh 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.).

К.К.Колумбетова*

Сейсмология институты ЖШС, Алматы, Қазақстан

*e-mail: kolumbetova@gmail.com

ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ДЕФОРМАЦИЯСЫ МЕН ЖЕР ҚЫРТЫСЫНЫҢ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ФЛЮИДТІК ПРОЦЕСТЕРІ АРАСЫНДАҒЫ БАЙЛАНЫС

Андатпа. Тянь-Шань сейсмогені (ТШС) – жер қыртысында қарқынды тектоникалық қозғалыстармен және сейсмикалық құбылыстармен ілесе жүретін геодинамикалық процестер жүретін литосфераның қазіргі заманғы ұтқыр макрокрекинатты құрылымдық әртектілігі [10]. ТШС бірқатар материалдарды: геологиялық, геофизикалық және т.б. түсіндіру және талдау кешенін қолдана отырып, Орал мен Батыс Сібір құрылымдарын Орта Азия құрылымдарымен байланыстыру саласындағы тұтас құрылымдық құрылым ретінде ерекшеленеді [1]. Орталық Азияда неғұрлым сейсмикалық белсенді болып табылатын Солтүстік Тянь-Шань аумағындағы жер қыртысының құрылымдық біртекті еместігінің қазіргі заманғы геодинамикасын зерттеу мақсатында кешенді геофизикалық зерттеулер жүргізіледі. Мониторинг 24 сағаттық бағдарлама бойынша бақылау жүргізілетін үш тұрақты пункттен тұрады. Пункттер Солтүстік Тянь-Шаньның сейсмикалық белсенді бөлігінде орналасқан. Күрті пункті мониторингтің жазық бөлігінде (жер қыртысының әлсіз сейсмикалығы бар аудан) орналасқан, Түрген және Медеу пункттері Тянь-Шаньның сейсмикалық белсенді бөлігінде орналасқан.

Деформографтар солтүстік-оңтүстік және шығыс-батыс бағыттары бойынша бағытталған. Құрты, Медеу және Түрген кенттерінде байқалған эксперименттік деректер базасында деректер банкі құрылды. Онда С-О және В-З бағыттары бойынша есептелген деформацияның орташа сағаттық, орташа тәуліктік, орташа айлық және орташа жылдық мәндері, сондай-ақ олардың модульдері бар.

Бұл жұмыста тау жыныстарының деформациясы мен атмосфералық процестер арасындағы байланыс (тау жыныстарының деформациясы мен ионосфералық қабаттардағы электрондар концентрациясының тығыздығы арасындағы байланыс, деформацияның атмосфералық қысыммен байланысы), жер сілкінісі және жер асты суларының ағымының өзгеруі сияқты деформация мен жер процестері арасындағы байланыс зерттеледі.

Тренд компоненттеріне сүйенсек, Е қабатындағы электрондардың концентрациясы артып, жоғарғы қабаттарда азаяды. Медеу және Түрген аудандарындағы жыныстардың деформациясы Е қабатындағы (3.5 – сурет) электрондық концентрация динамикасымен синхронды өзгереді, ал құрты ауданында-фазаға қарсы өзгереді.

Нәтижесінде тау жыныстарының деформациясы мен жер қыртысының геофизикалық және сұйық процестері арасындағы байланыс пен байланысты байқауға болады, олар эксперименттік жолмен алынған мәліметтерді талдау мен түсіндіруден кейін байқалады.

Негізгі сөздер: жыныстардың деформациясы, құрылымдық гетерогенділігі, жер қыртысы, деформографиялық бақылаулар, геофизикалық процесс

К.К.Колумбетова*

ТОО «Институт сейсмологии», Алматы, Казахстан

*e-mail: kolumbetova@gmail.com

СВЯЗЬ МЕЖДУ ДЕФОРМАЦИЕЙ ПОРОД И ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ И ФЛЮИДНЫМИ ПРОЦЕССАМИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Аннотация. Тянь-Шаньский сейсмоген (ТШС) – современная мобильная макротрещиноватая структурная неоднородность литосферы, в пределах которой происходят геодинамические процессы, сопровождающиеся интенсивными тектоническими движениями в земной коре и сейсмическими явлениями [10]. ТШС выделен как целостное структурное образование в области сочленения структур Урала и Западной Сибири со структурами Средней Азии с помощью комплекса интерпретации и

анализа целого ряда материалов: геологических, геофизических и др. [1]. В целях исследования современной геодинамики структурных неоднородностей земной коры на территории Северного Тянь-Шаня, являющейся наиболее сейсмически активной в Центральной Азии, проводятся комплексные геофизические исследования. Мониторинг состоит из трех перманентных пунктов, на которых ведутся наблюдения по 24-часовой программе. Пункты находятся в сейсмически активной части Северного Тянь-Шаня. Пункт Курты находится в равнинной части мониторинга (район со слабой сейсмичностью земной коры), пункты Тургень и Медео расположены в сейсмически активной части Тянь-Шаня.

Деформографы ориентированы по направлениям север-юг, и восток-запад. На базе экспериментальных данных, наблюденных на п. Курты, Медео и Тургень, создан банк данных. В нем содержатся среднечасовые, среднесуточные, среднемесячные и среднегодовые значения деформации, рассчитанные по направлениям С-Ю и В-З, а также их модули.

В данной работе исследуется связь между деформацией пород и атмосферными процессами (связь между деформацией пород и плотностью концентрации электронов в ионосферных слоях, связь деформации с атмосферным давлением), связь между деформацией и земными процессами, такими как, землетрясения и изменение дебита подземных вод.

Судя по трендовым составляющим, концентрация электронов в слое E возрастает, а в верхних слоях убывает. Деформация пород в районе Медео и Тургень изменяется синхронно с динамикой электронной концентрации в слое E (рисунок 3.5), а в районе Курты – в противофазе.

В результате можно проследить зависимости и связи между деформацией пород и геофизическими и флюидными процессами земной коры, которые после анализа и интерпретации данных, полученных экспериментальным путем, прослеживаются.

Ключевые слова: Деформация пород, структурные неоднородности, земная кора, деформографические наблюдения, геофизический процесс