

NEWS

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

ISSN 2224-5278

Volume 2, Number 422 (2017), 80 – 89

A. Sadykova<sup>1</sup>, N. Poleshko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LLP "Institute of seismology MES RK, Almaty, Kazakhstan. E-mail

<sup>2</sup>RSE "Institute of geophysical researches, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: aluadin@mail.ru, poleshko@kndc.kz

## THE PARAMETERS OF THE SEISMOTECTONIC DEFORMATIONS OF THE NORTHERN TIEN SHAN EARTH'S CRUST IN 2015

**Abstract.** The paper presents the results of the analysis of the spatio-temporal distribution of the generalized parameters of the seismotectonic deformations in 2015, which helped to identify essential features, such as: the anomalous prevalence of the earthquakes, having fault type mechanism, realized in the conditions of horizontal extension along the strike of the Tien Shan mountain ranges; it is revealed that the seismotectonic regime in the Northern Tien Shan and Dzhungar reacts as 11<sup>th</sup> year Schwabe cycle, which characterizes the activity of sunspots, and the 22<sup>nd</sup> year solar Hale cycle, characterizing the variations of the total solar magnetic field; it is shown that in the area of the zones with contrasting nature of the stress-strain condition near the borders between them, the probability of the formation of strong earthquake sources.

**Keywords:** seismotectonic deformation, mechanism of the earthquake sources, the activity of the sunspots, variations of the total magnetic field of the Sun.

УДК 550.348

А. Б. Садыкова<sup>1</sup>, Н. Н. Полешко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ТОО «Институт сейсмологии» МОН РК, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>РГП «Институт геофизических исследований», Алматы, Казахстан

## ПАРАМЕТРЫ СЕЙМОТЕКТОНИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ В 2015 ГОДУ

**Аннотация.** Приведены результаты анализа пространственно-временного распределения совокупности параметров сейсмотектонической деформации в 2015 г., позволившие выявить существенные особенности, а именно: установлено аномальное преобладание очагов землетрясений, имеющих сбросовый тип механизма, реализующийся в условиях горизонтального растяжения вдоль простирания хребтов Тянь-Шаня; выявлено, что сейсмотектонический режим на территории Северного Тянь-Шаня и Джунгарии реагирует, как на 11-летний цикл Швабе, характеризующий активность солнечных пятен, так и на 22-летний солнечный цикл Хейла, характеризующий вариации общего магнитного поля Солнца; показано, что в районе образовались зоны с контрастным характером напряженно-деформированного состояния, вблизи границ между которыми, вероятно формирование очага сильного землетрясения.

**Ключевые слова:** сейсмотектоническая деформация, механизм очагов землетрясений, активность солнечных пятен, вариации общего магнитного поля Солнца.

**Введение.** Сейсмотектоническая деформация (СТД) горных масс широко изучается в связи с задачами оценки сейсмической опасности и долгосрочного прогноза сильных землетрясений как путем картирования различных компонент тензора СТД, так и посредством вычисления их средних значений для заранее выбранных районов и имеет большое теоретико-экспериментальное значение.

Для анализа поля СТД и параметров разрывов в очагах землетрясений используется метод, основанный на представлениях о сеймотектоническом деформировании макроскопических объемов горных пород [1-3]. Средний тензор СТД рассчитывается по формуле:

$$\bar{\varepsilon}_{ik} = \frac{1}{2\mu V} \sum_{n=1}^N M_0^n \varepsilon_{ik}^n,$$

где  $\mu$  – модуль сдвига;  $V$  – объем элементарной ячейки;  $M_0^n$  – значения сейсмического момента  $n$ -го землетрясения;  $\varepsilon_{ik}^n$  – компоненты единичного тензора фокального механизма;  $N$  – число землетрясений в элементарной ячейке.

К параметрам сеймотектонического деформирования относятся:

- параметр  $N_v/N_o$ , характеризующий отношение числа землетрясений с взбросовой (положительной) компонентой движения в очаге к общему числу землетрясений с определенными механизмами очагов;

- коэффициент Лоде-Надаи  $\mu$ , характеризующий вид сеймотектонической деформации, определяется из выражения:  $\mu = 2(\varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3) / (\varepsilon_1 - \varepsilon_3) - 1$ , где  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$  – компоненты единичного тензора фокального механизма. Значения  $\mu$  меняются в пределах от +1, что соответствует режиму сеймотектонического сжатия, до –1, что соответствует режиму сеймотектонического растяжения;

- коэффициент интенсивности  $\chi$ , который характеризует упорядоченность деформационного процесса, изменяется в пределах от 0 до 1 и отражает соответствие среднего механизма очагов землетрясений совокупности индивидуальных механизмов [1-3]. Считается, что значения  $\chi < 0,2$  означают невысокую надежность решений фокальных механизмов [1-4]. При анализе коэффициента интенсивности  $\chi$ , необходимо учитывать вид деформированного состояния среды, описываемого коэффициентом Лоде-Надаи  $\mu$ . Существует следующая зависимость между этими параметрами [5, 6]: при  $\mu=0$  (сдвиги) максимальная упорядоченность процесса определяется значением  $\chi=1$ , а при  $\mu=\pm 1$  (взбросы, сбросы) максимальная упорядоченность определяется значением  $\chi=0,5$ ;

- азимут и угол выхода осей напряжения сжатия и растяжения (максимальное укорочение и удлинение) [7, 8].

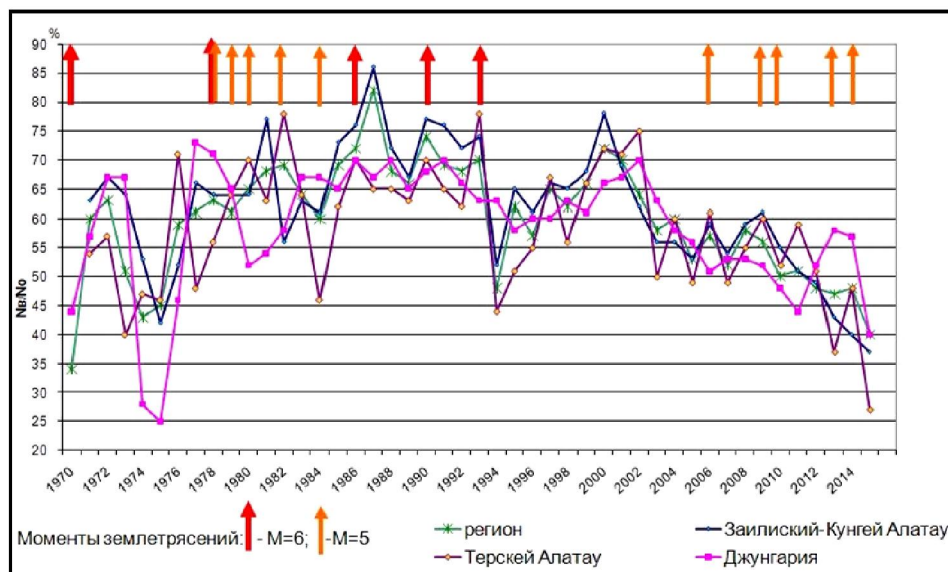
Выполнен расчет значений параметров тензора сеймотектонического деформирования (коэффициенты интенсивности СТД  $\chi$  и Лоде-Надаи  $\mu$ , азимут и угол выхода осей напряжений). Расчет параметров проводился в элементарных ячейках размером  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ , с шагом  $0,25^\circ$ , временное осреднение задавалось в интервале 36 месяцев с шагом 12 месяцев. Число событий в разных элементарных ячейках соответствует значениям от 10 до 600.

На рисунке 1, в виде графиков изменения значений параметра  $N_v/N_o$  во времени, представлены вариации типов подвижек на территории Северного Тянь-Шаня и Джунгарии за период наблюдения с 1970 по 2015 годы. Значения параметра  $N_v/N_o$  выше 50% означают преобладание на исследуемой территории очагов землетрясений со взбросовой подвижкой (горизонтальное сжатие земной коры), а ниже 50% – со сбросовой (горизонтальное растяжение земной коры).

Исследование временных вариаций типов механизмов очагов свидетельствует, что относительное количество взбросов периодически изменяется в 11-летнем цикле солнечной активности как во всем регионе в целом, так и в отдельных сейсмоактивных зонах [1, 6]. При этом, как видно из рисунка 1, характерными значениями  $N_v/N_o$  для региона являются значения выше 50%, что свидетельствует о преобладании условий горизонтального сжатия земной коры. За весь период наблюдений с 1969 по 2015 гг., составляющий более 45 лет, довольно четко выделяются только три временных интервала (вблизи 1974–1976 гг., 1994 г. и 2013–2015 гг.), когда среднегодовые значения  $N_v/N_o$  в регионе были ниже 50%, а в отдельных зонах понижались до 25, 45 и 27%, соответственно указанным временным интервалам.

Для сопоставления режима СТД с сейсмичностью региона на рисунке 1 стрелками отмечены моменты реализации сильных землетрясений с  $M > 5$ .

Отметим, что высокая активность сильных землетрясений с  $M > 6$  в районе Северного Тянь-Шаня наблюдается в периоды, когда на долю взбросов, реализующихся в условиях горизонтального сжатия, приходится 70% очагов землетрясений.



Стрелка – момент возникновения землетрясений с  $M \geq 5.0$  в регионе.

Рисунок 1 – График вариаций во времени параметра  $(N_B/N_O)$  для всего региона Центральной Азии и для трех отдельных сейсмоактивных зон

Arrow – the moment of occurrence of earthquakes with  $M \geq 5.0$  in the region.

Figure 1 – Chart of variations in time of the  $(N_B/N_O)$  parameter for the all Central Asian region and for three separate seismically active zones

Распределение по площади землетрясений с разным типом подвижек в очагах приведено на рисунке 2, из которого видно, что в обширном регионе, простирающемся от Тарима до Прибалхашской впадины, в 2015 году преобладают очаги со сбросовой компонентой подвижки. Вдоль разломов северо-западного простирания первого и второго порядка сформировались зоны с контрастным типом деформирования. Это – опасная ситуация, поскольку в сплошной среде компоненты деформации соседних точек взаимосвязаны. Несовместность сейсмотектонической

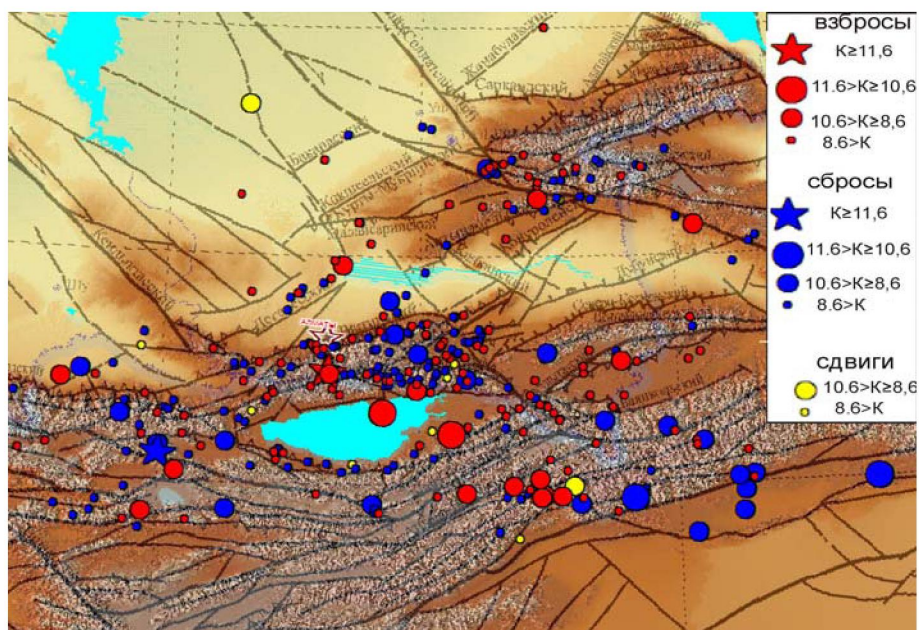


Рисунок 2 – Фрагмент карты эпицентров землетрясений с разным типом механизмов очагов за 2015 г.

Figure 2 – The map of epicenters of earthquakes with different types of focal mechanisms for 2015

деформации компенсируется дополнительными внутренними упругими деформациями и напряжениями. При склонности материала области к разрушению, связанной с развитием ослабленных зон, неблагоприятная ориентация внутренних напряжений может инициировать разрушение, т.е. возникновение землетрясения [9].

Анализ пространственно-временного распределения по типам подвижек очагов землетрясений за период наблюдения с 1970 по 2015 годы позволяет заключить, что в 1974–1976 гг., 1994 г. и 2014–2015 гг. отмечались аномальные условия сеймотектонического режима в районе Северного Тянь-Шаня, характеризующиеся горизонтальным растяжением земной коры.

Привлечение к анализу инструментальных данных по вариациям режима STD и полярности общего (глобального) магнитного поля Солнца позволило установить, что в периоды со сбросовым сеймотектоническим режимом имели место экстремально высокие значения напряженности общего магнитного поля Солнца, при этом полярность магнитного поля была положительной в северном солнечном полушарии и отрицательной – в южном, чередование которых имеет период ~ 22 года (цикл Хейла) [10].

На рисунке 3 для временного интервала 1975–2015 гг. представлены вариации напряженности общего магнитного поля Солнца, отдельно для полярных районов северного (рисунок 3-а) и южного (рисунок 3-б) полушарий по данным солнечной обсерватории Wilcox - <http://wso.stanford.edu>.

Для того же временного интервала на рисунке 3-в приведены среднегодовые значения параметра  $N_B/N_O$  для региона в целом. Оконтуренные на рисунке 3-в значения  $N_B/N_O$ , ниже 50%, соответствуют условиям растяжения земной коры и формирования очагов со сбросовым типом подвижки. Эти события происходят на 1975, 1994 и 2015 гг. На рисунке 3-б отмечены значения

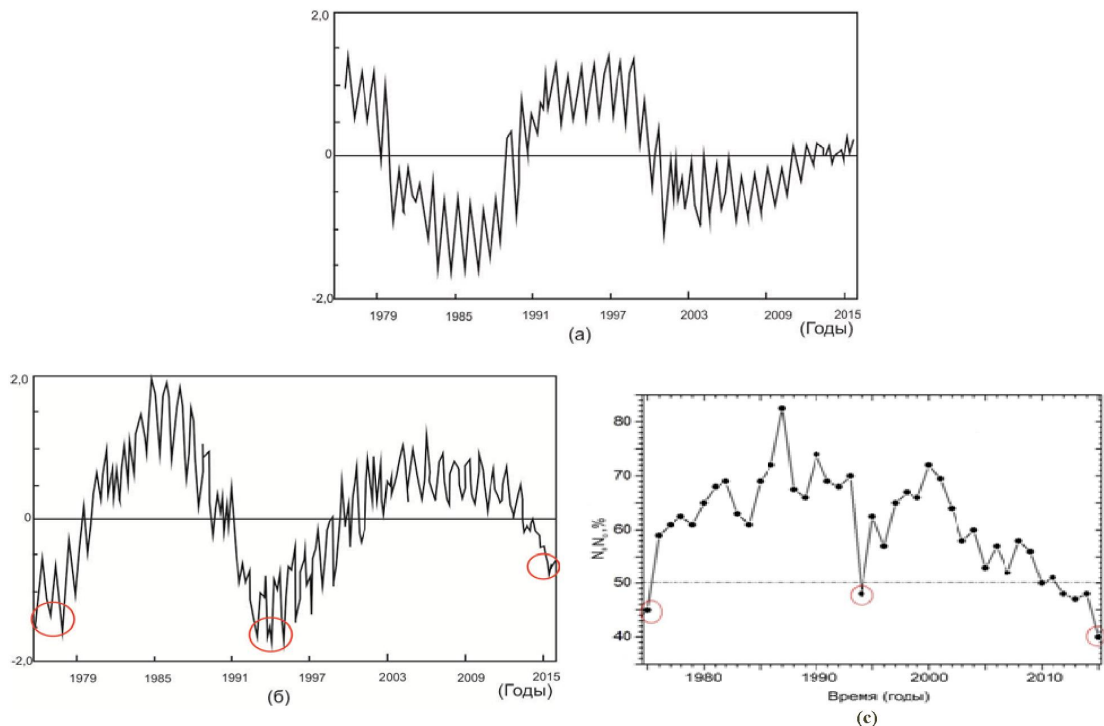


Рисунок 3 – Временные вариации различных параметров.

а – напряженность магнитного поля Солнца в полярной области северного полушария; б – напряженность магнитного поля южного полушария, с – параметр  $N_B/N_O$ .

Figure 3 – Time variations of various parameters.

The red line outlines the area of STD for 11<sup>th</sup> year variations of solar activity.

а – magnetic field strength of the Sun in the polar region of the Northern hemisphere; б – magnetic field strength of the southern hemisphere, с – the parameter  $N_B/N_O$ .



напряженности магнитного поля в полярной области южного полушария Солнца в те же годы (1975, 1994 и 2015). Видно, что напряженность магнитного поля в эти времена имела минимальные отрицательные значения. Рисунок 3-а показывает, что в эти же годы напряженность магнитного поля в полярной области северного полушария имела максимальные положительные значения.

Таким образом, сеймотектонический режим на территории Северного Тянь-Шаня и Джунгарии реагирует, как на 11-летний цикл Швабе, характеризующий активность солнечных пятен, так и на 22-летний солнечный цикл Хейла, характеризующий вариации общего магнитного поля Солнца.

Наибольшая согласованность между 11-летними вариациями характеристик солнечной активности и сеймотектонической деформации земной коры наблюдается на локальной территории Северного Тянь-Шаня, расположенной в высокогорной части хребтов Заилийский и Кунгей Алатау, между Алматинской впадиной на севере и Исык-Кульской – на юге, Аксайским и Тургенским разломами – на западе и востоке (рисунок 4) [1, 5-12].

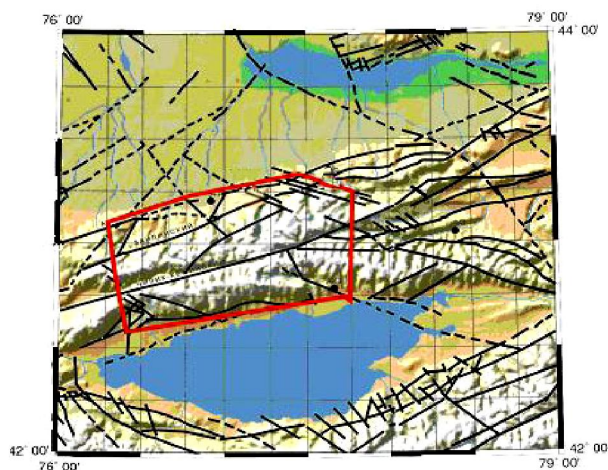


Рисунок 4 – Территория исследования параметров СТД за 1980–2015 гг. Красная линия охватывает зону отклика СТД на 11-летние вариации солнечной активности.

Figure 4 – The territory of studying STD parameters for 1980–2015. The red line outlines the area of STD for 11<sup>th</sup> year variations of solar activity.

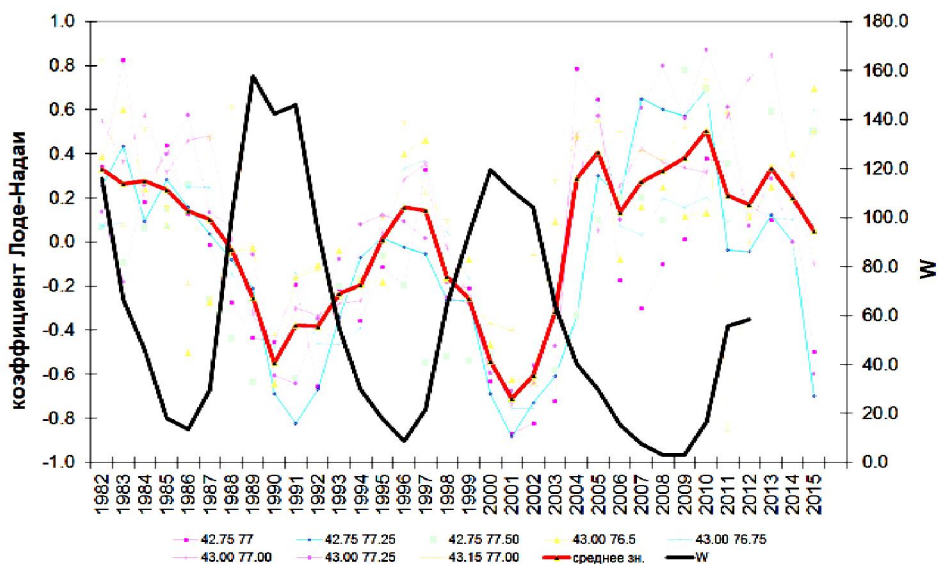


Рисунок 5 – Временное распределение среднегодовых чисел солнечных пятен ( $W$ ) и значений коэффициента Лодэ-Надаи ( $\mu$ ) (цветные линии)

Figure 5 – the temporal distribution of the mid-annual sunspot numbers ( $W$ ) and the values of the Lode-Nadai coefficient ( $\mu$ ) (colored lines)

За режимом сейсмотектонической деформации в рассматриваемой зоне проводится постоянное наблюдение. Наиболее важным и информативным параметром STD является коэффициент Лодде-Надаи  $\mu$ . Анализируются как временное, так и площадное распределения значений коэффициента  $\mu$  в ячейках  $30' \times 30'$  в сопоставлении с солнечной активностью.

Как видно из рисунка 5, значения параметра  $\mu$  в ячейках изменяются синфазно между собой и в противофазе с солнечной активностью. Отклонения от этой закономерности начались в 2007 г. в ячейке с координатами  $42,75^\circ$  с.ш. и  $77,00^\circ$  в.д. Изменения коэффициента Лодде-Надаи здесь стали синфазны изменениям солнечной активности. Количество ячеек, в которых вариации происходили синфазно изменениям солнечной активности, увеличивалось, и в 2015 г. составило 4 из 8-ми. Изменение коэффициента Лодде-Надаи в соседних ячейках в противофазе привело к формированию участков среды с контрастным типом деформирования. В западной части территории сформировалось одноосное сжатие, в центральной и северо-западной части – одноосное растяжение (рисунок 6а). Граница между контрастно деформированными участками среды характеризуется высокоградиентными значениями параметра  $\mu$  и проходит вблизи мегаполиса Алматы.

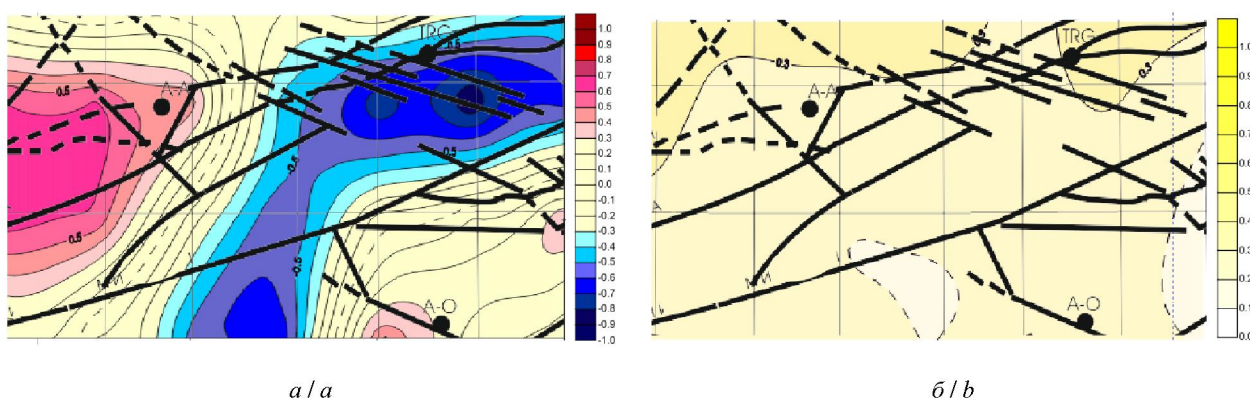


Рисунок 6 – Площадное распределение коэффициентов STD в 2015 г.

а – площадное распределение коэффициента Лодде-Надаи  $\mu$ ; б – площадное распределение коэффициента интенсивности STD  $\chi$ .

Figure 6 – Areal distribution of the STD intensity coefficients in 2015.

a – areal distribution of the Lode-Nadai coefficient; b – areal distribution of the STD  $\chi$  intensity coefficients

Для характеристики надежности используемого материала на рисунке 6б представлено площадное распределение коэффициента интенсивности STD  $\chi$ . Как видно из рисунка в 2015 году на всей территории коэффициент интенсивности STD  $\chi > 0,2$ , что свидетельствует о достаточно высокой упорядоченности деформационного процесса и надежности полученных результатов.

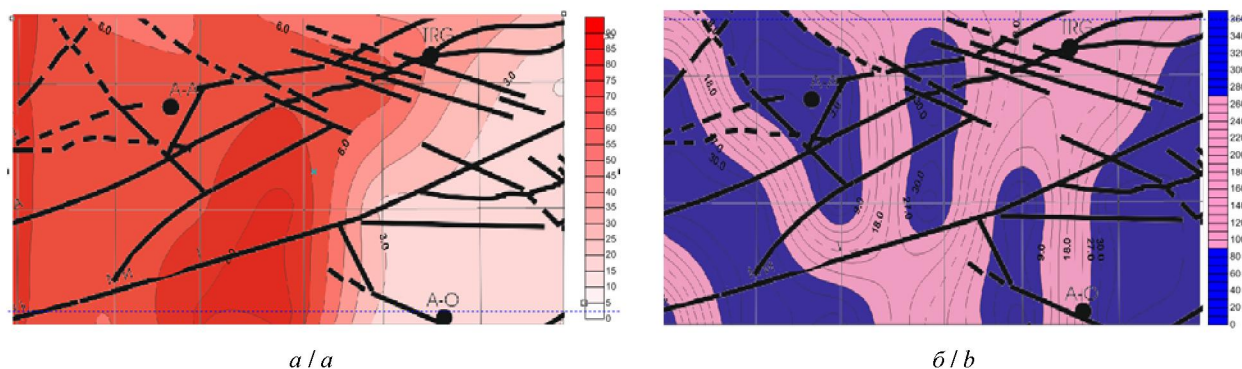


Рисунок 7 – Распределение по площади оси максимального укорочения.

а – угол погружения; б – азимут

Figure 7 – distribution over the area of the axis of maximum shortening.

a – the angle of immersion; b – azimuth



Важное значение для характеристики СТД имеет ориентация осей максимального укорочения и максимального удлинения. При значении угла погружения  $>90^\circ$  ориентация оси считается близгоризонтальной, при  $<30^\circ$  – близвертикальной, положение оси между этими значениями считается промежуточным.

*Максимальное укорочение.* Ориентация оси максимального укорочения является наиболее стабильной характеристикой СТД на территории Северного Тянь-Шаня, поскольку отражает условия регионального горизонтального сжатия в субмеридиональном направлении. На рисунке 7а и 7б показано распределение по площади в 2015 г. параметров оси максимального укорочения для территории исследования: угла погружения и азимута (соответственно).

Из рисунка 7а видно, что в 2015 г. значения угла погружения оси максимального укорочения на исследуемой территории меняются от близгоризонтальных в центральной и восточной части до близвертикальных в западной части территории. Граница между ними характеризуется высокоградиентными значениями параметра и протягивается в меридианальном направлении на долоте п. Тургенъ.

Направление оси максимального укорочения в 2015 г. характеризуется большой изменчивостью. С запада на восток чередуются зоны с северо-западным и северо-восточным направлениями максимального укорочения, разделяющимися высокоградиентными значениями параметра. Только вокруг п. Тургенъ выделяется область с южными азимутами оси максимального укорочения.

*Максимальное удлинение.* Как известно, фоновые значения ориентации этого параметра для Северного Тянь-Шаня характеризуются близвертикальными либо промежуточными углами погружения.

На рисунке 8 показаны результаты картирования параметров оси максимального удлинения в 2015 г.: угла погружения – 8а и азимута – 8б.

Как видно из рисунка, в 2015 г. ось максимального удлинения на всей территории имеет аномальную для зоны близгоризонтальную ориентацию. Простирается ось максимального удлинения в 2015 г. характеризуется устойчивой западной направленностью. Только в узкой зоне на восточной окраине максимальное удлинение характеризуется южными азимутами.

Таким образом, за весь период наблюдения параметров СТД на рассматриваемой территории впервые в половине из рассматриваемых ячеек нарушена ранее выявленная закономерность противофазного изменения параметров СТД с числами солнечных пятен. В результате в соседних ячейках сформировались контрастно деформированные участки среды, размеры которых составляют более  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ , а перепады значений коэффициента Лодэ-Надаи  $\mu$  варьируют от  $+0,7$  в области одноосного сжатия, до  $-0,7$  в области одноосного растяжения. В образовавшихся зонах, с контрастным типом деформирования, оси максимального укорочения и максимального удлинения – близгоризонтальны при северных азимутах максимального укорочения в области одноосного сжатия, и южных – в области одноосного растяжения, а также при западном направлении максимального удлинения на всей территории.

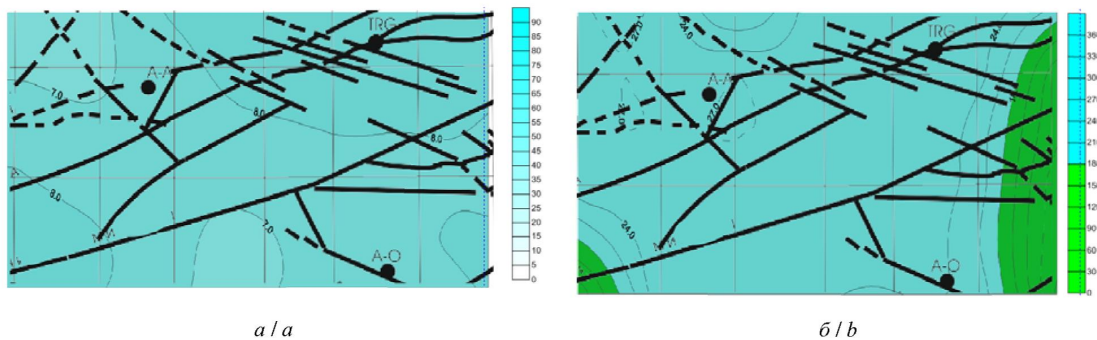


Рисунок 8 – Распределение по площади оси максимального удлинения.  
а – угол погружения; б – азимут

Figure 8 – Distribution over the area of the axis of maximum lengthening.  
а – the angle of immersion; б – azimuth

Второй аномальной зоной является также зона с вертикальными значениями угла погружения оси максимального укорочения на востоке рассматриваемой территории. Тип деформирования в этой зоне меняется от сдвигового южнее Чилико-Кеминского разлома, до одноосного растяжения к северу от разлома.

Важно отметить, что границы контрастно-деформированных зон, характеризующиеся высокоградиентными значениями параметров, опасны возникновением сильных землетрясений. При склонности материала области к разрушению, связанной с развитием ослабленных зон, неблагоприятная ориентация внутренних напряжений может инициировать разрушение, т.е. возникновение землетрясения вблизи границ между контрастно деформированными зонами [9]. Реализация сильного землетрясения происходит через 3–4 года после начала формирования таких зон.

Распределение коэффициента Лоде-Надаи  $\mu$ , подобное наблюдаемой картине в 2015 г., отмечалось в очаговой зоне Байсорунского землетрясения [13]. Перед этим сильным землетрясением с  $M=6,3$  в результате противофазного изменения коэффициента Лоде-Надаи в соседних ячейках сформировались контрастно деформированные участки среды. Перепады значений коэффициента Лоде-Надаи  $\mu$  составляли от +0,8 в области одноосного сжатия, до –0,8 – в области одноосного растяжения.

Причиной появления горизонтальных растягивающих напряжений и формирования контрастно деформированных зон, как показано в ряде работ, может быть изменение флюидного режима в земной коре, сопровождаемое изменением структуры поля поглощения поперечных волн [11]. Увеличению сбросовых подвижек соответствуют высокие значения поля поглощения поперечных волн, увеличению взбросовых подвижек в очагах – низкие значения поля поглощения поперечных волн. Наблюдаемое в настоящее время увеличение сбросов в очагах землетрясений согласуется с образованием ряда зон высокого поглощения в Тянь-Шане [14].

Отметим, что в условиях растяжения, имеющих место в текущем периоде, реализация сильных землетрясений в регионе не отмечалась. Однако, в такие периоды возможно происходит подготовка очагов будущих землетрясений. С другой стороны, поскольку флюиды очень подвижны, возможно, произойдет нормализация напряженно-деформированного состояния и опасность возникновения сильного землетрясения исчезнет.

Таким образом, анализ пространственно-временного распределения всей совокупности параметров сейсмотектонической деформации за 2015 г. позволил выявить существенные особенности этих параметров.

1. Установлено, аномальное преобладание очагов, имеющих сбросовый тип механизма, реализующихся в условиях горизонтального растяжения вдоль простирания хребтов Тянь-Шаня.

3. Выявлено, что сейсмотектонический режим на территории Северного Тянь-Шаня и Джунгарии реагирует, как на 11-летний цикл Швабе, характеризующий активность солнечных пятен, так и на 22-летний солнечный цикл Хейла, характеризующий вариации общего магнитного поля Солнца.

4. Показано, что в районе образовались зоны с контрастным характером напряженно-деформированного состояния, вблизи границ между которыми, вероятно формирование очага сильного землетрясения.

Важно, что граница между контрастно-деформированными зонами проходит вблизи густонаселенного мегаполиса Алматы, где расположены промышленные объекты, в том числе исследовательский атомный реактор. Сложившаяся ситуация требует повышенного внимания и контроля за ее развитием для своевременного выявления опасности реализации сильного землетрясения.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Полешко Н.Н. Механизмы очагов землетрясений и сейсмотектоническая деформация земной коры Северного Тянь-Шаня и Жонгарии: Автореф. дис. ... канд. г.-м. наук. – Алматы, 2009. – С. 35.
- [2] Ризниченко Ю.В. Проблемы сейсмологии: Избранные труды. – М.: Наука, 1985. – 406 с.
- [3] Юнга С.Л. О механизме деформирования сейсмоактивного объема земной коры // Известия АН СССР. Физика Земли. – 1979. – № 10. – С. 14–23.
- [4] Юнга С.Л. и др. Вопросы точности определения механизмов очагов коровых землетрясений и сейсмотектонические деформации Средней Азии и Казахстана // Землетрясения Средней Азии и Казахстана в 1980 году. – Душанбе: Дониш, 1982. – С. 66–95.



[5] Полешко Н.Н., Садькова А.Б., Сыдыков А., Тимуш А.В., Хачикян Г.Я. 11-летний цикл солнечной активности и сейсмотектонические деформации на Северном Тянь-Шане // Сборник докладов 7-го Казахстанско-Китайского Международного симпозиума «Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска Центральной Азии». Алматы, 2-4 июня 2010 г. – С. 387-393.

[6] Сыдыков А., Садькова А.Б., Полешко Н.Н. Сейсмотектоническое деформирование среды по данным о механизмах очагов землетрясений // ҚазҰТУ Хабаршысы – Вестник КазНТУ. – Алматы, 2007. – № 2. – С. 12-17.

[7] Полешко Н.Н., Садькова А.Б., Сыдыков А., Тимуш А.В., Хачикян Г.Я., Шацков В.И. Вариации солнечной активности и сейсмотектонические деформации на Северном Тянь-Шане. – Ч. 1: Коэффициент Лодэ-Надаи // Вестник НЯЦ РК. – Алматы, 2009. – Вып. 1. – С. 86-92.

[8] Полешко Н.Н., Садькова А.Б., Сыдыков А., Тимуш А.В., Хачикян Г.Я., Шацков В.И. Вариации солнечной активности и сейсмотектонические деформации на Северном Тянь-Шане. Ч. 2: Азимут оси напряжения сжатия // Вестник НЯЦ РК. – Алматы, 2009. – Вып. 1. – С. 93-97.

[9] Полешко Н.Н., Досайбекова С. Сейсмотектоническая обстановка по данным механизмов очагов землетрясений Джунгаро-Северо-Тянь-Шаньского региона Казахстана в 2015 году // Вестник АО КазНИИСА. – Алматы: Наука, 2016. – № 4. – С. 25-34.

[10] Абаканов Т., Ли А.Н., Полешко Н.Н., Садькова А.Б., Сыдыков А., Тимуш А.В., Хачикян Г.Я., Шацков В.И. Солнечная активность, космические лучи, глубинная геодинамика и поле сейсмотектонических деформаций на северном Тянь-Шане // Журнал проблем эволюции открытых систем. – Алматы, 2007. – Вып. IX. – Т. 1. – С. 78-87.

[11] Полешко Н.Н., Копничев Ю.Ф., Садькова А.Б., Хачикян Г.Я., Соколова И.Н. Сейсмотектоническая деформация и добротность среды на Северном Тянь-Шане: связь с вариациями солнечной активности // Тезисы докладов пятого международного симпозиума «Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов» к 75-летию со дня рождения Ю. А. Трапезникова. – Бишкек, 2011. – Т. 1. – С. 272-275.

[12] Тимуш А.В., Садькова А.Б., Степаненко Н.П., Хачикян Г.Я. Строение литосферы как фактор вариаций сейсмотектонических деформаций в связи с солнечной активностью на Северном Тянь-Шане // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – Алматы, 2013. – № 1. – С. 55-66.

[13] Копничев Ю.Ф., Михайлова Н.Н. Геодинамические процессы в очаговой зоне Байсорунского землетрясения 12 ноября 1990 года (Северный Тянь-Шань) // Доклады РАН. – 2000. – Т. 373. – С. 93-97.

[14] Копничев Ю.Ф., Соколова И.Н. Об активизации сейсмичности в регионе Центральной и Южной Азии после Макранских землетрясений: возможное ускорение подготовки сильных сейсмических событий в районе Тянь-Шаня // Доклады РАН. – 2015. – С. 101-112.

#### REFERENCES

[1] Poleshko N.N. *Mehanizmy ochagov zemletrjasenij i sejsmotektonicheskaja deformacija zemnoj kory Severnogo Tjan'-Shanja i Zhongarii: Avtoref. dis. ... kand. g.-m. nauk.* Almaty, **2009**. P. 35 (in Russ.).

[2] Riznichenko Ju.V. *Problemy sejsmologii. Izbrannye trudy.* M.: Nauka, **1985**. 406 p.

[3] Junga S.L. *O mehanizme deformirovanija sejsmoaktivnogo ob#ema zemnoj kory // Izvestija AN SSSR. Fizika Zemli.* **1979**. N 10. P. 14-23 (in Russ.).

[4] Junga S.L. i dr. *Voprosy tochnosti opredelenija mehanizmov ochagov korovyh zemletrjasenij i sejsmotektonicheskie deformacii Srednej Azii i Kazahstana // Zemletrjasenija Srednej Azii i Kazahstana v 1980 godu.* Dushanbe: Donish, **1982**. P. 66-95 (in Russ.).

[5] Poleshko N.N., Sadykova A.B., Sydykov A., Timush A.V., Hachikjan G.Ja. 11-letnij cikl solnechnoj aktivnosti i sejsmotektonicheskie deformacii na Severnom Tjan'-Shane // *Sbornik dokladov 7-go Kazahstansko-Kitajskogo Mezhdunarodnogo simpoziuma «Prognoz zemletrjasenij, ocenka sejsmicheskoi opasnosti i sejsmicheskogo riska Central'noj Azii».* Almaty, 2-4 ijunja **2010**. P. 387-393 (in Russ.).

[6] Sydykov A., Sadykova A.B., Poleshko N.N. *Sejsmotektonicheskoe deformirovanie sredy po dannym o mehanizmah ochagov zemletrjasenij // QazFTU habarshysy-Vestnik KazNTU.* Almaty, **2007**. N 2. P. 12-17 (in Russ.).

[7] Poleshko N.N., Sadykova A.B., Sydykov A., Timush A.V., Hachikjan G.Ja., Shacilov V.I. *Variacii solnechnoj aktivnosti i sejsmotektonicheskie deformacii na Severnom Tjan'-Shane. Ch. 1: Kojefficient Lode-Nadai // Vestnik NJaC RK.* Almaty, **2009**. Vyp. 1. P. 86-92 (in Russ.).

[8] Poleshko N.N., Sadykova A.B., Sydykov A., Timush A.V., Hachikjan G.Ja., Shacilov V.I. *Variacii solnechnoj aktivnosti i sejsmotektonicheskie deformacii na Severnom Tjan'-Shane. Ch. 2: Azimut osi naprjazhenija szhatija // Vestnik NJaC RK.* Almaty, **2009**. Vyp. 1. P. 93-97 (in Russ.).

[9] Poleshko N.N., Dosajbekova S. *Sejsmotektonicheskaja obstanovka po dannym mehanizmov ochagov zemletrjasenij Dzhungaro-Severo-Tjan'-Shan'skogo regiona Kazahstana v 2015 godu. Vestnik AO KazNIISA.* Almaty: Nauka, **2016**. N 4. P. 25-34 (in Russ.).

[10] Abakanov T., Li A.N., Poleshko N.N., Sadykova A.B., Sydykov A., Timush A.V., Hachikjan G.Ja., Shacilov V.I. *Solnechnaja aktivnost', kosmicheskie luchy, glubinnaja geodinamika i pole sejsmotektonicheskikh deformacij na severnom Tjan'-Shane // Zhurnal problem jevoljucii otkrytyh sistem.* Almaty, **2007**. Vyp. IX, Vol. 1. P. 78-87 (in Russ.).

[11] Poleshko N.N., Kopnichev Ju.F., Sadykova A.B., Hachikjan G.Ja., Sokolova I.N. *Sejsmotektonicheskaja deformacija i dobrotnost' sredy na Severnom Tjan'-Shane: svjaz' s variacijami solnechnoj aktivnosti // Tezisy dokladov pjatogo mezhdunarodnogo simpoziuma «Sovremennye problemy geodinamiki i geojekologii vnutrikontinental'nyh orogenov» k 75-letiju so dnja rozhdenija Ju. A. Trapeznikova.* Bishkek, **2011**. Vol. 1. P. 272-275 (in Russ.).

[12] Timush A.V., Sadykova A.B., Stepanenko N.P., Hachikjan G.Ja. *Stroenie litosfery kak fактор variacij sejsmotektonicheskikh deformacij v svjazii s solnechnoj aktivnost'ju na Severnom Tjan'-Shane // Izvestija NAN RK. Serija geologii i tehniceskikh nauk.* Almaty, **2013**. N 1. P. 55-66 (in Russ.).

[13] Kopnichev Ju.F., Mihajlova N.N. Geodinamicheskie processy v ochagovoj zone Bajсорunskogo zemletrjasenija 12 nojabrja 1990 goda (Severnij Tjan'-Shan') // *Doklady RAN*. 2000. Vol. 373. P. 93-97 (in Russ.).

[14] Kopnichev Ju.F., Sokolova I.N. Ob aktivizacii sejsmichnosti v regione Central'noj i Juzhnoj Azii posle Makranskih zemletrjasenij: vozmozhnoe uskorenie podgotovki sil'nyh sejsmicheskikh sobytij v rajone Tjan'-Shan'ja // *Doklady RAN*. 2015. P. 101-112 (in Russ.).

**А. Б. Садықова<sup>1</sup>, Н. Н. Полешко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Сейсмологиялық институты, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>Геофизикалық зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

### **2015 ЖЫЛҒЫ СОЛТҮСТІК ТЯНЬ-ШАНЬ ЖЕР ҚЫРТЫСЫНЫҢ СЕЙСМОТЕКТОНИКАЛЫҚ ДЕФОРМАЦИЯ ПАРАМЕТРЛЕРІ**

**Аннотация.** Жұмыста 2015 жылғы сеймотектоникалық деформация параметрлері жиынтықтарының кеңістік-уақыттық таралу анализдерінің нәтижелері келтірілген. Дәлірек айтқанда: Тянь-Шань жоталары бойымен көлбеу созылған лықсыма түріндегі ошақтар механизмі жерсілкіністерінің көптігі, Солтүстік Тянь-Шань мен Жоңғар территорияларындағы сеймотектоникалық режимнің күн дақтарының белсенділігімен сипатталатын 11-жылдық Швабе циклына және де Күннің жалпы магниттік өрісінің вариацияларымен сипатталатын 22-жылдық Хейл күн циклына әсер ететіні анықталды; ауданда кернеулік-деформациялық жағдайдағы аймақтар түзілгені және соларға жақын шекаралардың арасында күшті жерсілкіністер ошақтарының пайда болу ықтималдылығы көрсетілген.

**Түйін сөздер:** сеймотектоникалық деформация, жерсілкіністердің ошақ механизмі, күн дақтарының белсенділігі, Күннің жалпы магниттік өрісінің вариациялары.

#### **Сведения об авторах:**

Садықова Алла Байсымаковна – доктор физико-математических наук, доцент, заведующая лабораторией региональной сейсмичности, ТОО «Институт сейсмологии», aluadin@mail.ru

Полешко Наталья Николаевна – кандидат геолого-минералогических наук, ученый секретарь РГП «Институт геофизических исследований», poleshko@kndc.kz