

УДК 550.3/551.24

## АНАЛИЗ ВАРИАЦИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ЧЕРНОМОРСКО-КАВКАЗСКО-КАСПИЙСКОМ РЕГИОНЕ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

© 2013 И. А. Алиев, к.ф.-м.н., А. Г. Магомедов, А. Ш. Идармачев

Институт геологии Дагестанского научного центра РАН, Россия,  
Республика Дагестан, 367030, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 75,  
e-mail: dangeo@mail.ru.

Для анализа вариаций геофизических полей в Черноморско-Кавказско-Каспийском регионе изучены сейсмические события с  $M > 4$  и глубиной очага от 4 до 45 км за период 2007-2011 гг. Это позволяет предположить, что для разрядки накапливающихся тектонических напряжений, вызываемых движением Аравийской плиты на север и Африканской на северо-восток, есть два пути: северо-западный по Анатолийским разломам и северо-восточный по разломам Кавказа. В работе проведен анализ изменения коэффициента корреляции вариаций кажущегося сопротивления на GPS станциях «Георезистор», позволяющий прогнозировать изменение сейсмической активности, связанной с тектоническими напряжениями, вызываемыми движением Аравийской плиты на север и Африканской на северо-восток.

**Ключевые слова:** сейсмические события, движения плит, тектонические движения, разлом.

1. Для анализа сейсмической активности (СА) была выбрана область с координатами: по широте от  $34^\circ$  до  $46^\circ$  СШ, и по долготе от  $40^\circ$  до  $56^\circ$  ВД. Сейсмические события с  $M > 4$  и глубиной очага от 4 до 45 км, которые в большинстве случаев отражаются в вариациях кажущегося сопротивления (КС) исследовательской сети станций «Георезистор». В область входят Кавказ, Каспийское море и части Турции, Ирака, Ирана и Туркменистана. Одной из причин сейсмичности выбранного района это тектонические напряжения, вызываемые движением Аравийской плиты на север и Африканской на северо-восток – рис. 1 (по данным EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre), [www.emsc-csem.org](http://www.emsc-csem.org)).

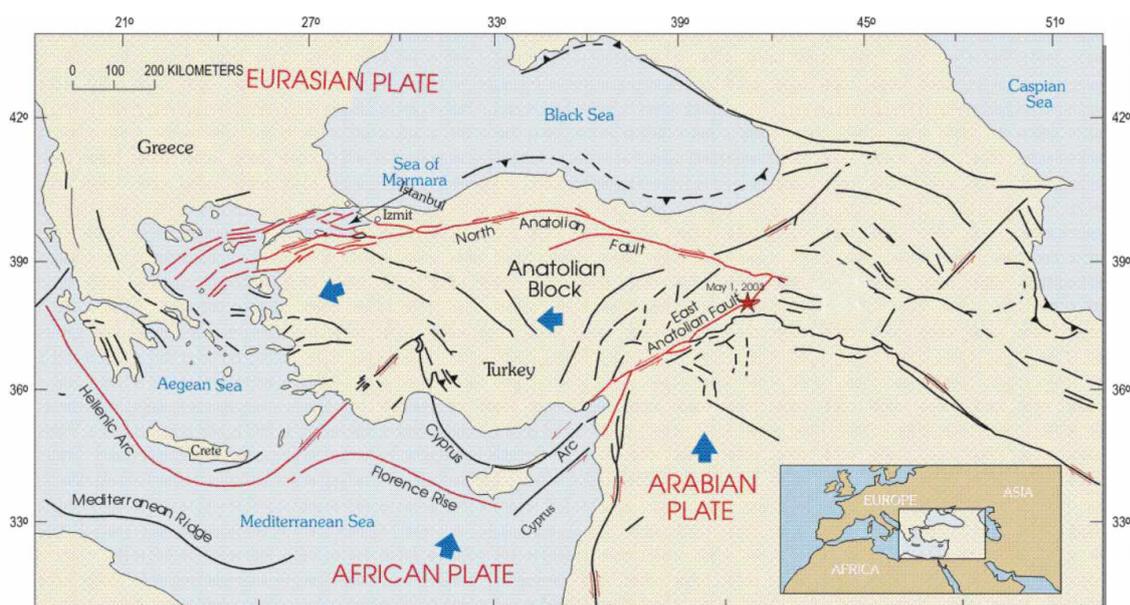


Рис.1 Схема активных разломов и направления движения плит (по данным EMSC).

Для разрядки накапливающихся тектонических напряжений есть два пути: северо-западный по Анатолийским разломам и северо-восточный по разломам Кавказа. И только анализ последовательных движений эпицентров землетрясений дает ответ, по какому из направлений идет процесс.

На рис.2 представлено количество наиболее значительных сейсмических событий с  $M > 4$  происшедших в выбранной области за исследуемый период 2007-2011 гг.

Как видно из рисунка «фоновое» количество значительных сейсмических событий составляет менее 10 в месяц. Отмечаются два периода всплеска сейсмичности в конце 2008 и 2011 годов.

Всплеск СА 2008 года это процесс, идущий в северо-восточном направлении разрядки накопившихся тектонических напряжений. Последовательно эпицентры движутся на север и северо-восток, – от Ирано-Турецкой границы к Кавказу. Он хорошо отражается в импульсных вариациях КС на исследовательской сети станций «Георезистор» [Абдуллаев и др., 2000; Алиев и др., 2009; Алиев и др., 2010], расположенной вдоль одного из самых больших разломов Кавказа – Срединного. Всплеск СА 2011 года это процесс, идущий в северо-западном направлении разрядки накопившихся тектонических напряжений. Последовательные эпицентры движутся внутри области между северным и восточным Анатолийским разломами. И корреляция с вариациями КС на нашей сети станций невысокая.

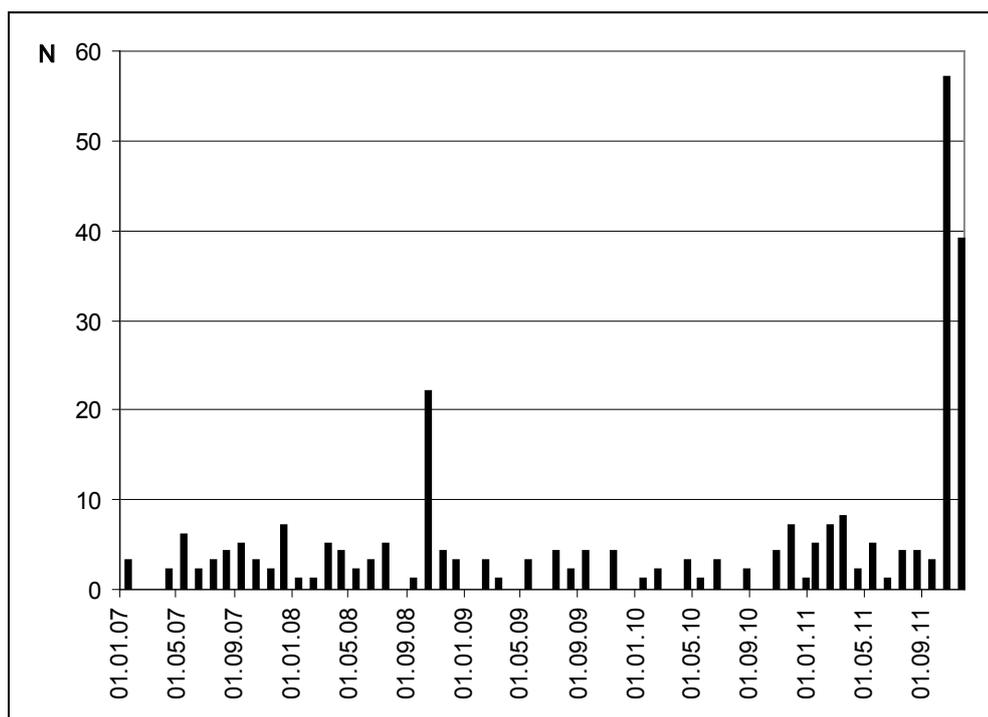


Рис.2 Сейсмические события с  $M > 4$  происшедшие в выбранной области за исследуемый период 2007-2011 гг.

Вариации КС горных пород, полученные: на Западном побережье Каспийского моря в районе нефтегазового месторождения, на измерительных пунктах Махачкала, Турали, Изберг и в районе Чиркейской ГЭС, на сети геофизических станций «Георезистор» за 2007-2011 гг. представлены на рис.3. Наблюдается хорошая корреляция вариаций КС на нашей сети станций за 2007-2009 гг. Всплеск СА октября 2008 года четко отмечен на всех графиках, импульсными изменениями КС. Отсюда

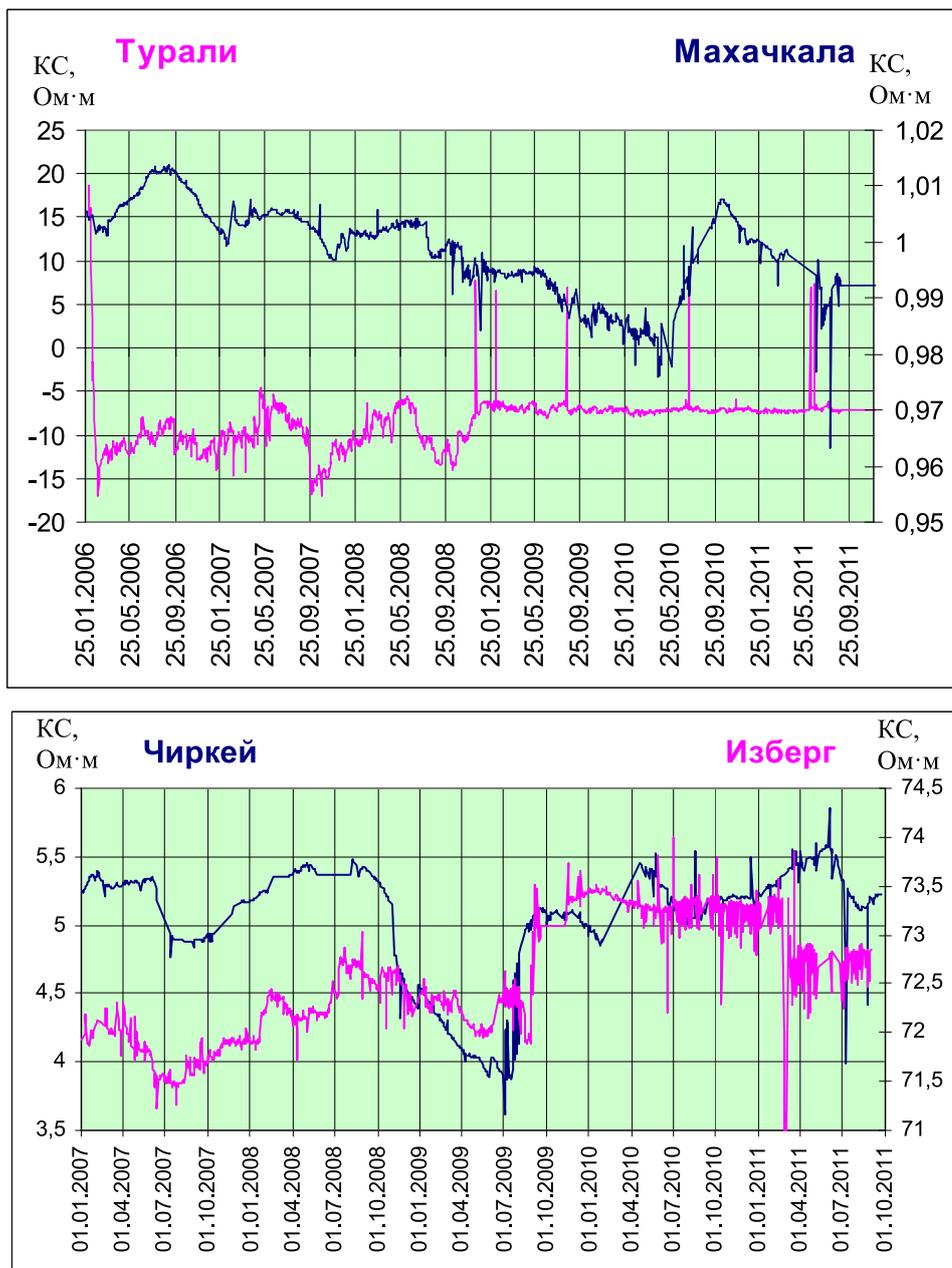


Рис.3 Вариации КС на сети геофизических станций «Георезистор» 2007-2011 гг.

можно сделать вывод: для процесса разрядки накапливающихся тектонических напряжений идущего по северо-восточному пути, по разломам Кавказа свойственна высокая корреляция вариаций КС на сети станций. Для процесса, идущего в северо-западном направлении разрядки накопившихся тектонических напряжений свойственна низкая корреляция между вариациями КС на нашей сети станций, но всплеск СА октября 2011 года, также хорошо отмечен на всех графиках, импульсными изменениями КС. Отсюда также можно сделать вывод: анализируя изменения коэффициента корреляции вариаций КС можно прогнозировать изменение СА, связанной с тектоническими напряжениями, вызываемыми движением Аравийской плиты на север и Африканской на северо-восток.

Следует также отметить, что все последовательные эпицентры афтершоков Турецкого землетрясения ( $M=7,2$ ; 23.10.2011) остаются внутри области между север-

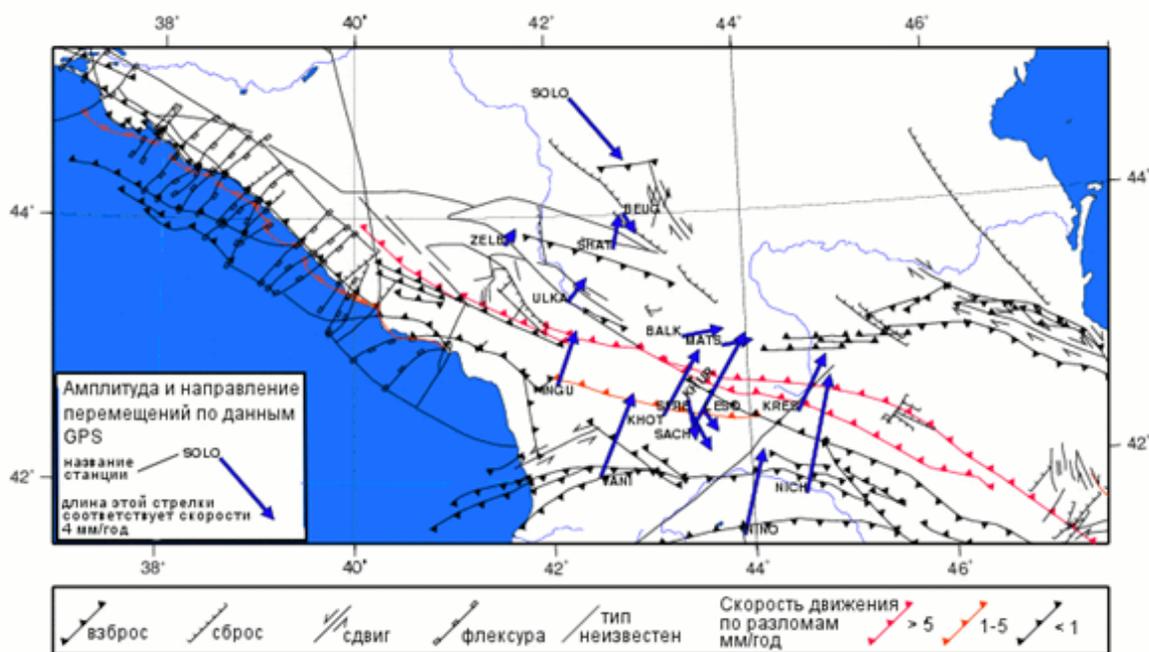


Рис.4 Скорости горизонтальных перемещений в северной Турции и на Большом и Малом Кавказе по данным [McClusky et al., 2000]. Показано положение основных активных разломов.

ным и восточным Анатолийским разломами, при том, что сейсмических событий с  $M > 4$  было около 100 случаев. Все это является доказательством верности нашего предположения о двух путях разрядки накапливающихся тектонических напряжений: северо-западном по Анатолийским разломам и северо-восточном по разломам Кавказа.

Достаточно детальную информацию о современных движениях удастся в последние годы получать с использованием глобальной системы позиционирования (GPS). В частности, в обширном регионе, показанном на рис.4, в течение периода с 1988 по 1997 были проведены исследования с использованием 189 GPS станций. Эти исследования [McClusky et al., 2000] позволили, в частности, уточнить скорости движения отдельных плит. Так GPS станции, расположенные на Аравийской



Рис.5 Фрагмент 3D- модели Республики Дагестан с векторами смещений блоков [Булаева и др., 2010].

плите показали, что она движется со скоростью  $18 \pm 2$  мм/год в направлении северо-северо-запад относительно Евразийской плиты. Станции в Египте показали движение Африканской плиты на север со скоростью  $5-6 \pm 2$  мм/год. Восточная Турция характеризуется распределенными деформациями, в то время как Центральная Турция движется практически как единое целое на запад с вращением против часовой стрелки. Данные по современным движениям в Дагестане представлены на рис.5., где видна четкая северо-восточная тенденция смещения блоков [Булаева и др., 2010], что является результатом движения, давления Аравийской плиты на север и Африканской на северо-восток.

Региональные модели напряжений в литосфере могут дать более точное представление о полях напряжений и деформаций в рассматриваемых районах и сделать выводы об их геодинамике и истории геологического развития. В работе [Коптев и др., 2011] представлены результаты моделирования напряженного состояния и складкообразования в литосфере в пределах Черноморско-Кавказско-Каспийского региона. Как видно из рисунка 6 в Черном и Каспийском морях доминирует обстановка сжатия. Для Каспийского моря характерна ЮЗ-СВ ориентировка главных осей сжатия в Южном и Центральном Каспии. Весь хребет Большого Кавказа находится в состоянии СВ-ЮЗ растяжения, который в восточной части сменяется интенсивным сжатием. Это еще одно доказательство правильности наших предположений.

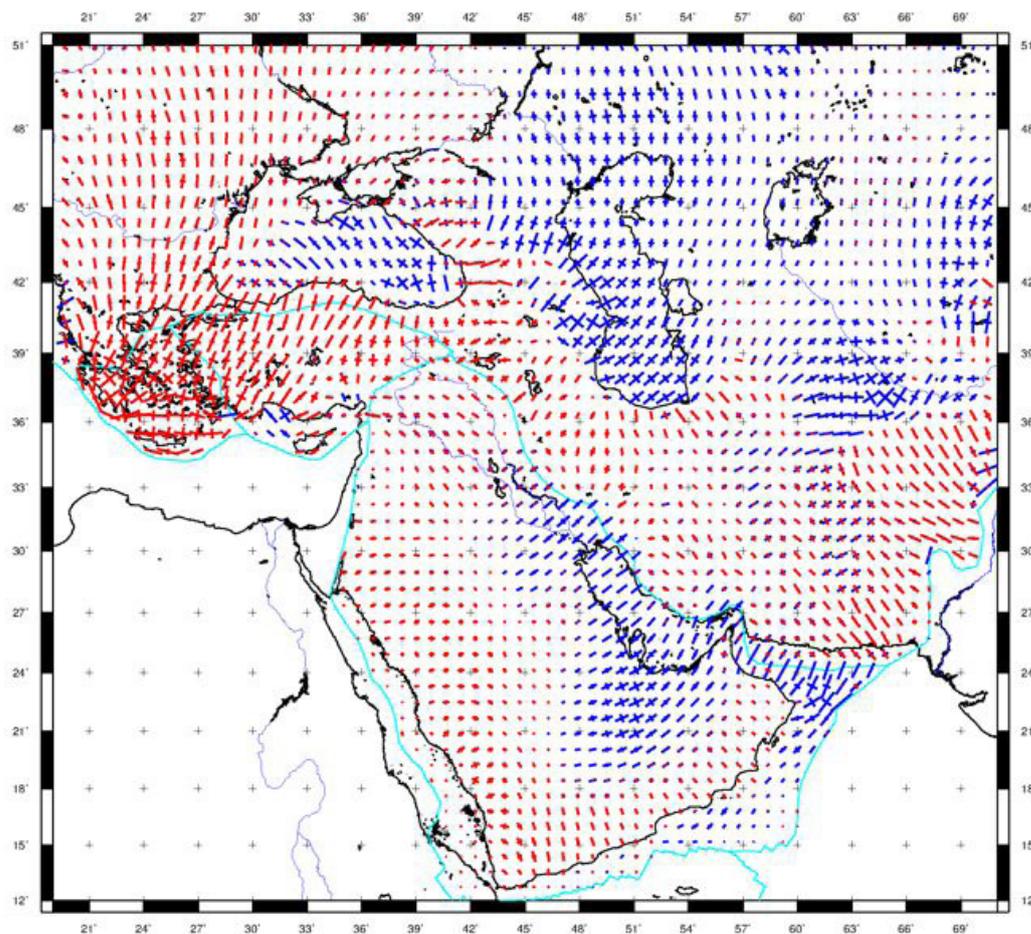


Рис.6 Расчетное поле напряжений [Коптев и др., 2011]

Сейсмическая активность на юго-востоке Ирана [Рогожин и др., 2001] это результат накопления грандиозных напряжений в земной коре, которые генерировались на протяжении тысяч лет движением Аравийской литосферной плиты к северу, в сторону Евразийской плиты со скоростью приблизительно 3 см/год. Деформация земной коры в ответ на движение плит происходит в широкой зоне сочленения Центрально-Иранского массива и его юго-западного горного обрамления.

На основании всего вышеизложенного можно делать следующие **выводы**:

1. Для разрядки накапливающихся тектонических напряжений, вызываемых движением Аравийской плиты на север и Африканской на северо-восток, есть два пути: северо-западный по Анатолийским разломам и северо-восточный по разломам Кавказа.

2. Анализируя изменения коэффициента корреляции вариаций КС на нашей сети станций можно прогнозировать изменение СА, связанной с тектоническими напряжениями, вызываемыми движением Аравийской плиты на север и Африканской на северо-восток.

### Литература

1. Абдуллаев Ш.-С. О., Алиев И. А., Идармачев Ш. Г., Романов Н. Т. Связь вариаций электрического сопротивления горных пород с сейсмичностью на территории Дагестана // Вестник ДНЦ РАН. № 7. 2000. с.37-40.

2. Алиев И. А., Алиев М. М. и др. Синхронные наблюдения вариаций кажущегося сопротивления горных пород на сети пунктов в сейсмоактивной области // Мониторинг и прогнозирование природных катастроф./ Тр. ИГ ДНЦ РАН, вып.56, Махачкала, 2010. с. 171-175.

3. Алиев И. А., Идармачев А. Ш., Магомедов А. Г. Анализ вариаций кажущегося сопротивления горных пород в сейсмоактивных районах // Сб. трудов Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала.2009.№ 55. с.310-315.

4. Булаева Н. М., Галаганов О. Н. Спутниковый мониторинг современных геодинамических движений на территории Дагестана // НТЖ Мониторинг. Наука и Технологии. № 1 (2). 2010, с.27-35.

5. Коптев А. И., Ершов А. В. Моделирование поля напряжений и литосферных складок в Черноморско-Кавказско-Каспийском регионе // Тезисы международной конференции, посвященной памяти В. Е. Хаина «Современное состояние наук о Земле». Москва, МГУ, 1-4 февраля 2011 г.

6. Рогожин Е. А., Собисевич Л. Е., Нечаев Ю. В. и др. Геодинамика, сейсмоструктурная и вулканизм Северного Кавказа // Под ред. акад. Н. П. Лаврова. М., 2001. с. 338.

7. McClusky S. et al. Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. Journal of Geophysical Research, 2000, 105, В3, pp.5695-5719.

---

---

## **ANALYSIS OF THE VARIATIONS OF GEOPHYSICAL FIELDS IN THE BLACK SEA-CAUCASUS-CASPIAN REGION IN THE LIGHT OF MODERN GEODYNAMIC MOVEMENTS**

**© 2013 I.A. Aliev, Sc. Candidate (Phys.-math.), A. G. Magomedov,  
A. S. Idarmachev**

The Institute of geology of the Dagestan Centre of science of Russian Academy of  
Sciences, Russia, Makhachkala, 367030, M. Iaragskogo st., 75,  
e-mail: dangeo@mail.ru.

To analyze the variations of geophysical fields in the Black Sea-Caucasus-Caspian region studied seismic events with  $M > 4$  m and a depth of source 4-45 km from 2007 till 2011. This suggests that for discharge of the accumulated tectonic stress caused by movement of the Arabian plate to the North and North-East Africa, there are two ways: Northwest by Anatolian faults and Northeast by Caucasus faults. The analysis of the changes of the correlation coefficient variations on resistance of GPS stations «Georezistor» to predict change of seismic activity associated with the tectonic stresses caused by movement of the Arabian plate to the North and the African to the North-East.

**Keywords:** seismic events, the movement of plates, tectonic movements, rift.