

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВЛИЯНИИ ЛУННЫХ ФАЗ НА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

**В.Ю. Абрамов, Е.А. Долгинов**

Инженерный факультет  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Макля, 6, Москва, Россия, 117198*

Создана структурированная база данных о землетрясениях. Выявлено увеличение сейсмической активности в зоне линеамента  $40^\circ$  СШ в 2010—2012 гг., особенно в фазе максимального приближения Луны (перигей) к Земле. В результате исследования впервые в России была создана оригинальная система среднесрочного прогноза землетрясений и оценено влияние изменения гравитационных сил Луны и Солнца на возникновение землетрясений. Закономерности сейсмичности позволяют рассматривать фазы приближения Луны к Земле в качестве предвестников крупных землетрясений, в первую очередь в экваториальной зоне и в зоне линеамента  $40^\circ$  СШ.

**Ключевые слова:** землетрясения, сейсмические методы, гравитационное воздействие, статистические данные.

Из-за большого числа факторов, влияющих на сейсмичность, причинно-следственные связи этого явления невозможно установить в рамках одной теории (наведенной сейсмоактивности [8] или воздействия различных физических полей [1; 5]). Несмотря на тщательную разработку связи сейсмичности и теории приливов для системы Солнце-Земля-Луна, включающую сотни работ, например [6; 7], математический анализ этого явления с позиции действующих приливных сил затруднен.

Еще в девятнадцатом веке А. Перре выявил следующие закономерности:

- частота землетрясений повышается к сизигиям (новолуниям и полнолуниям) по сравнению с квадратурами (первая и последняя четверти Луны);
- частота землетрясений повышается к перигеям Луны и уменьшается, когда Луна в апогее;
- землетрясения происходят чаще, когда Луна находится вблизи меридиана, и реже, когда она отдалена от него на  $90^\circ$ .

Детальное исследование широтных распределений землетрясений позволило выявить новые закономерности в расположении сейсмичности Земли, дополнив ими хорошо известные, что основная масса землетрясений приурочена к сравнительно узким поясам сейсмической активности: Тихоокеанскому, Средиземноморскому, Срединно-Атлантическому и Восточно-Африканскому, совпадающим с зонами глубинных разломов Земли (все, кроме Средиземноморского, расположены субмеридионально).

Особый интерес представляет проблема инициирования сейсмичности в результате периодических и циклических процессов, происходящих под воздействием Луны и Солнца, в ритме изменений их видимого склонения и вращения Земли. Вместе с тем исследованию влияния переменного хода видимого склонения этих светил на широтное распределение сейсмичности никогда не уделялось должного внимания. Настоящая работа посвящена исследованию влияния Луны и Солнца, источников наиболее сильно влияющих на широтное распределение сейсмичности.

Девятнадцатилетнюю цикличность в крупных извержениях вулканов, связанную с изменением видимого склонения Луны отмечали и ранее, например Авсюк, Дарвин и др. [5—7]. Предпринимались попытки связать сейсмичность с фазами Луны (моментами сизигий, полнолуний и новолуний) [1; 5], по принципу единства времени с произошедшим землетрясением, но такие совпадения не превышали 50% случаев [1].

Взаимодействие внешних (Солнца, Луны) и внутренних потенциальных источников сейсмичности (ИП), чувствительных к воздействию их физических полей [4], рассматривается в этой работе как наведенная сейсмичность на локальные неоднородности в земной коре, например отдельные ее блоки [9] или на глобальные неоднородности во внутреннем строении Земли, например ядро.

Необходимые астрономические формулы взяты из нами из работы [2]. Эклиптические координаты и параллакс Луны представлены рядами вида

$$Tl = \sin(pi(a_i)); u 2 A_i \cos(a_i),$$

где  $A_i$  — амплитуды соответствующих периодических членов, умноженные при необходимости на коэффициенты, пропорциональные степеням эксцентриситета орбиты Луны;  $a_i$  — линейные комбинации фундаментальных аргументов теории движения Луны и Солнца (средних аномалий  $M$  и  $M'$ , средней долготы  $\Phi$  пелонгации  $P$  и расстояния Луны от восходящего узла  $P$ , а также долготы восходящего узла орбиты Луны и), вычисленных на момент события.

Погрешность, обусловленная ограниченным количеством членов в разложениях, оценивается в 3 угл. сек. по широте, 10 угл. сек. по долготе и 0,2 угл. сек. для параллакса [2].

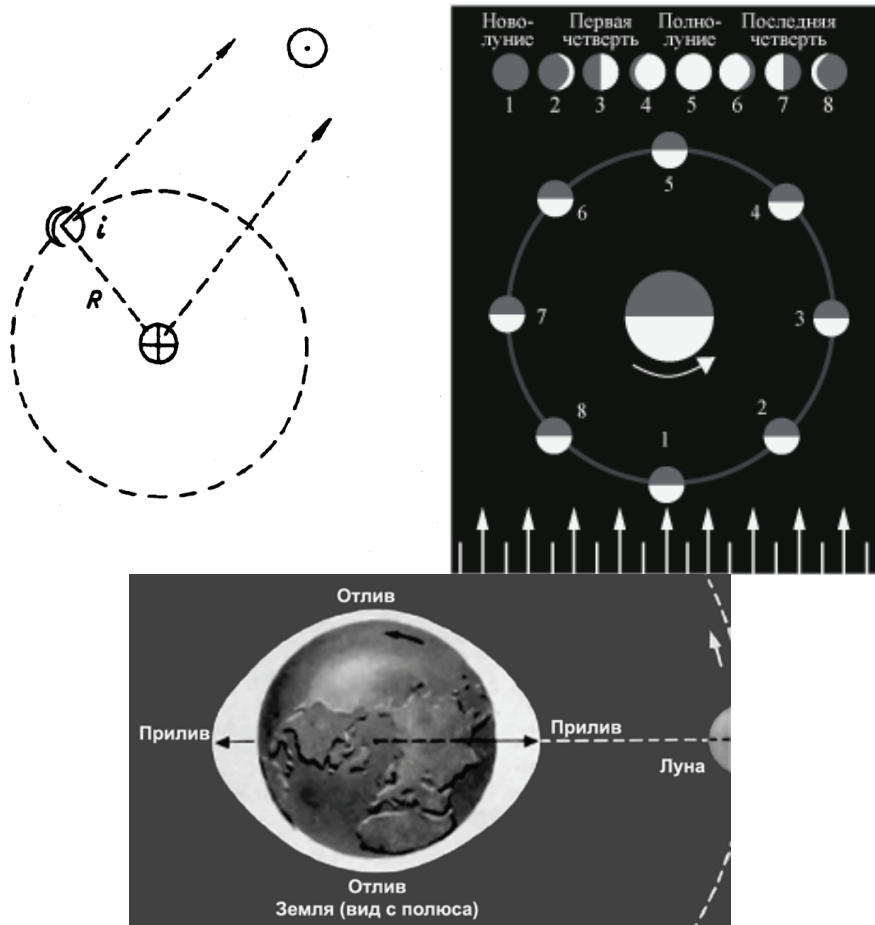
Зависимость склонения Луны от времени с достаточной точностью можно аппроксимировать функцией вида

$$A1 \sin(2\pi(t-t_0)/T1) + A2 \sin(2\pi(t-t_0)/T2), \quad (1)$$

где  $A1 = 23,43$ ;  $A2 = 5,145$ ;  $T1 = 27,32166$  — сидерический период Луны;  $T2 = 27,21222$  — драконический период Луны,  $t_0 = 5703,58$  сут. — нулевая точка, начало отсчета.

Период огибающей, рассчитанный на основе значений  $T1$  и  $T2$ , составляет 6794 дня, т.е. очень близок к 6800 сут или 18,61 года — принятому в настоящее время значению длительности цикла обращения лунных узлов по эклиптике.

Фаза Луны описывается фазовым углом  $z$ , который равен видимому с Луны угловому расстоянию между Землей и Солнцем (рис. 1).



**Рис. 1.** Взаимное положение Солнца, Земли и Луны:  
*l* — фазовый угол, *R* — расстояние между Землей и Луной

где промежуточный угол  $dI$  может быть получен из соотношения

$$\cos(dI) = v \cos(F) \times \cos(L), \quad (2)$$

где  $v$  — долгота Солнца,  $a/3$  и  $F L$  — эклиптические широта и долгота Луны.

Новолуниям соответствует фазовый угол, близкий к  $180^\circ$ , полнолуниям —  $0^\circ$ , первой и третьей четвертям (квадратурам) —  $90^\circ$ ; периодичность — 29,53 суток (синодический месяц).

Расстояние  $K$  между центрами Земли и Луны определяется параллаксом Луны  $l$ :

$$K = 6378,14 / (\sin(l)), \quad (3)$$

где  $K$  — в км,  $l$  — в угл. с. Пределы изменения  $l$  составляют примерно от 356,4 до 406,7 тыс. км, периодичность — 27,555 суток (аномалистический месяц).

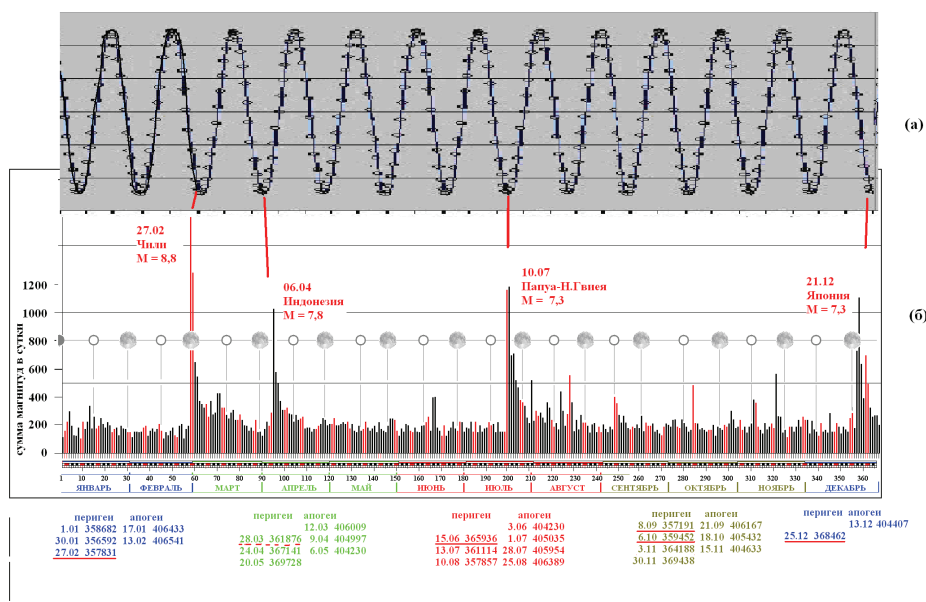
Последовательное преобразование координат из эклиптической системы во вторую экваториальную, а затем в местную горизонтальную (при известных географических координатах эпицентра землетрясения) дает азимут и зенитное расстояние. Азимут исчисляется от точки севера через восток (геодезический азимут) и, та-

ким образом, при нахождении Луны в меридиане он равен  $0^\circ$  (северная кульминация) и  $180^\circ$  (южная кульминация).

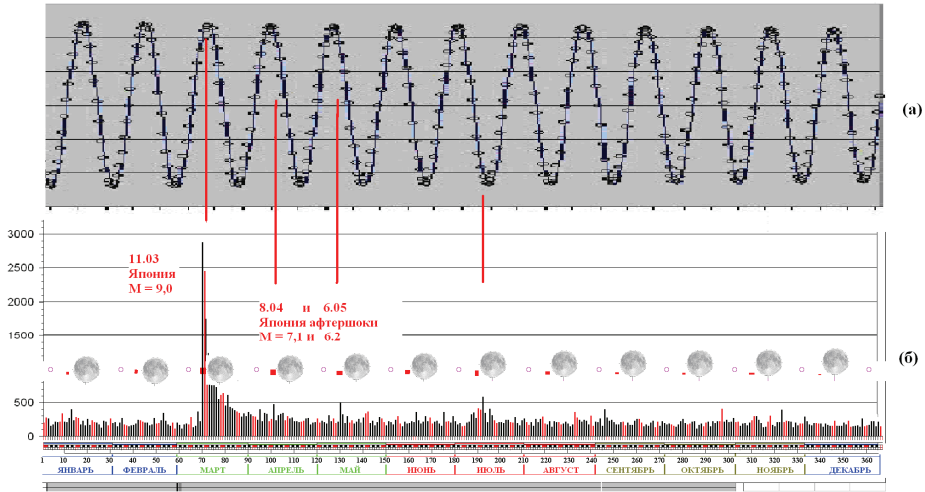
При изучении пространственно-временного распределения сейсмичности мы использовали данные каталогов сейсмичности NEIC/USGS 1900—2012 гг. Для сравнения использовали данные из астрономических справочников о периодическом изменении видимого склонения Солнца и Луны на протяжении 20 лет (включающих метонов цикл — период движения узлов орбиты Луны — 18,6 лет в системе Земля–Солнце–Луна) [3] и данные сайта Астрономического института РАН [13].

На существование периодических и циклических вариаций в сейсмическом процессе обращалось внимание во многих работах. Наиболее часто обсуждаются лунные и солнечные ритмы с периодами 18,6 года, 8,85 года, около 22 и 11 лет, 5—7 лет, 1—2 года, а также более короткие. Выделяются вариации, связанные с солнечносуточными, лунносолнечными полусуточными и месячными земными приливами.

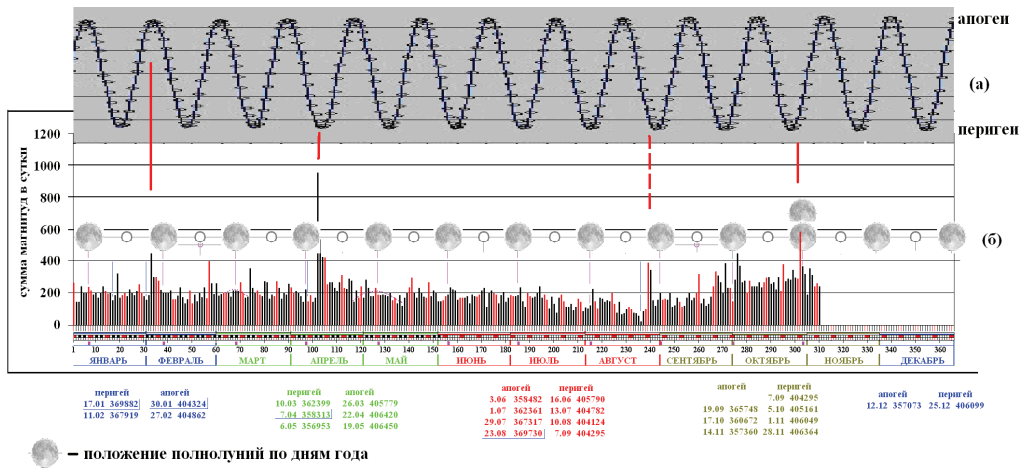
На рис. 2, 3 и 4, построенных по результатам суммирования магнитуд за каждый день в течение 2010—2012 г., отчетливо видна периодичность подъемов и спадов сумм магнитуд землетрясений за каждый день представленного периода наблюдений. Большой объем наблюдений вовлечь в данный анализ не представилось возможным из-за краткости сроков, отведенных на выполнение этой работы (один год) и малого количества исполнителей. Тем не менее общий объем проанализированных событий (более 70 000 землетрясений за указанный период) делает такую выборку весьма представительной. Еще более интересным, на наш взгляд, является то, что на приводимых ниже рисунках 5 а, 5 б и 6 отчетливо просматривается графическая географическая приуроченность (корреляция) положений Луны и эпицентров крупнейших землетрясений, отмечаемых на рис. 2, 3 и 4.



**Рис. 2.** График распределения сумм магнитуд землетрясений по дням за 2010 год и их положений по отношению к новолуниям и полнолуниям (б) и к апогеям и перигеям орбиты Луны (а)

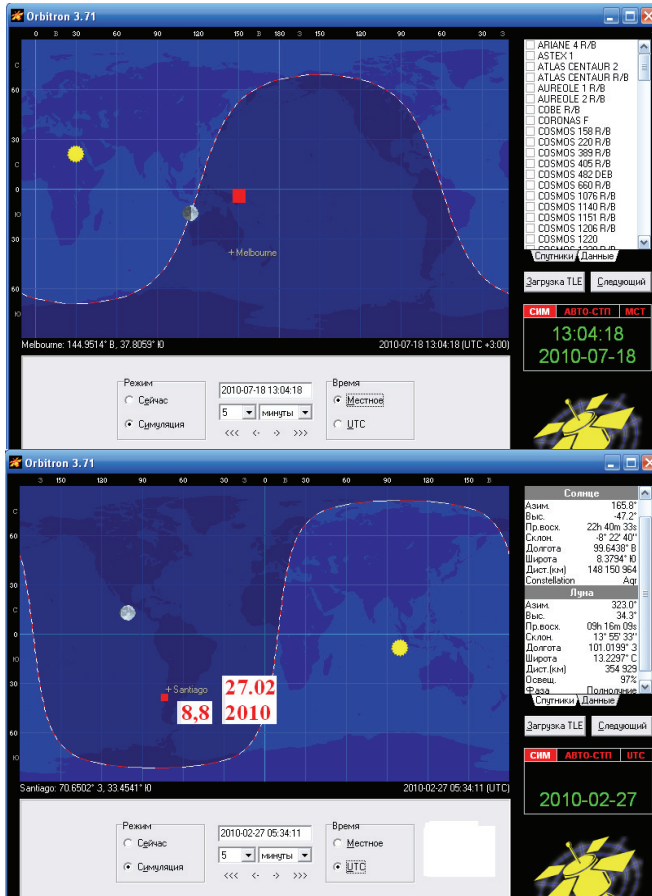


**Рис. 3.** График распределения сумм магнитуд землетрясений по дням за 2011 год и их положений по отношению к новолуниям и полнолуниям (б) и к апогеям и перигеям орбиты Луны (а)

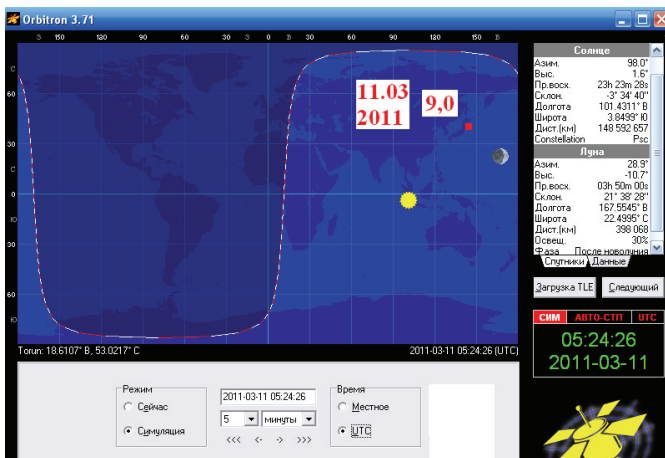


**Рис. 4.** График распределения сумм магнитуд землетрясений по дням за 2012 год и их положений по отношению к новолуниям и полнолуниям (б) и к апогеям и перигеям орбиты Луны (а)

Отдельные события 2010—2012 гг., отраженные на рис. 5 а, 5 б и 6, полностью укладываются в контекст данного исследования в качестве доказательства связи землетрясений с циклами движения Луны по орбите вокруг Земли. Разумеется, не все землетрясения укладываются в выявленные нами зависимости — этого и не должно было произойти, так как нельзя утверждать, что только приливно-отливное воздействие Луны на Землю вызывает все землетрясения. Но отрицать то, что Луна своим гравитационным воздействием на Землю и магматические и тектонические процессы в ней оказывает существенное влияние, на наш взгляд, неправильно. Кроме того, следует отметить, что все землетрясения с магнитудой более 7 баллов за описываемый период 2010—2012 гг., происходили тогда, когда точка орбиты Луны находилась рядом с эпицентром.



**Рис. 5.** а) эпицентр форшока землетрясения в Папуа — Новой Гвинее 18 июля 2010 года магнитудой 6,9 балла. на карте мира с положениями проекций орбит Солнца (светлый желтый круг) и Луны (серый синий круг слева); б) эпицентр землетрясения в Чили 27 февраля 2010 года магнитудой 8,8 балла. А — на карте мира с положениями проекций орбит Солнца (светлый желтый круг слева) и Луны (серый синий круг справа)



**Рис. 6.** Эпицентр землетрясения в Японии 11 марта 2011 года магнитудой 9,0 баллов, сопровождавшееся цунами:  
А — на карте мира с положениями проекций орбит Солнца (желтый круг) и Луны (синий круг)

Зависимость движения блоков земной литосферы от ритмов приливных волн еще раз подтверждает существование динамического поверхностного слоя блочной структуры. Она также указывает на существование возможной функциональной связи коры с атмосферой и литосферой и вероятную связь тектонической активности с солнечной активностью, которая может проявляться сначала в возмущениях ионосферы Земли в период магнитных бурь и полярных сияний, а затем в усилении суммарной сейсмической активности.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Авсюк Ю.Н. Приливные силы и природные процессы. — М.: ОИФЗ РАН, 1996. [*Avsuk Yu.N. Prilivnye sily i prirodnye processy.* — М.: OIFZ RAN, 1996.]
- [2] Абалакин В.А., Аксенов В.П., Гребенников Е.А. и др. Справочное руководство по небесной механике и астродинамике. — М.: Наука, 1976. [*Abalakin V.A., Aksenov V.P., Grebennikov E.A. et al. Spravochnoe rukovodstvo po nebesnoj mekhanike i astrodinamike.* — М.: Nauka, 1976.]
- [3] Астрономические таблицы ежегодных наблюдений. 1981—2003. — СПб.: ИПА РАН, Т. 1982—2003. [*Astronomicheskie tablicy egegodnyh nabljudenij. 1981—2003.* — SPb.: IPA RAN, T. 1982—2003.]
- [4] Булатова Н.П. Метод движущегося источника и его применение к исследованию Земли // Вестник ОИФЗ РАН. — М.: ОИФЗ РАН. — 2000а. — Т. 1. — № 2(12). — С. 110—125. [*Bulatova N.P. Method dvigushegosja istochnika i ego primenenie k issledovaniju Zemli // Vestnik OGGGGN RAN.* — М.: OIFZ RAN. — 2000а. — Т. 1. — N 2(12). — S. 110—125.]
- [5] Володиев Н.Н., Подорольский А.Н., Левин Б.В., Подорольский В.А. Корреляция появления крупных серий землетрясений со временем новолуния и полнолуния // Вулканология и сейсмология. — 2001. — № 1. — С. 60—67. [*Volodiev N.N., Podorolskij A.N., Levin B.V., Podorolskij V.A. Korrelatija pojavlenija krupnyh serij zemletrjasenij so vremenem novolunija i polnolunija // Vulkanologija i sejsmologija.* — 2001. — N 1. — S. 60—67.]
- [6] Дарвин Дж. Г. Приливы и родственные им явления в солнечной системе. — М.: Наука, 1965. [*Darvin Dg.G. Prilivy i rodstvennie im yavlenija v solnethnoj systeme.* — М.: Nauka, 1965.]
- [7] Мельхиор П. Земные приливы. — М.: Мир, 1968. [*Melhior P. Zemnye prilivy.* — М.: Mir, 1968.]
- [8] Николаев А.В. Проблемы наведенной сейсмичности // Наведенная сейсмичность. — М.: Наука, 1994. — С. 5—15. [*Nikolaev A.V. Problrmy navedennoy seysmithnosti // Navedennaja sejsmithnost.* — М.: Nauka, 1994. — S. 5—15.]
- [9] Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко К.Ф. Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс. — М.: Наука, 1987. [*Sadovskij M.A., Bolhovitinov L.G., Pisarenko K.F. Deformirovanie geophysicheskoy sredy i seysmicheskij process.* — М.: Nauka, 1987.]
- [10] Большой энциклопедический словарь. — URL: <http://www.vedu.ru/BigEncDic/64938>
- [11] URL: <http://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi>
- [12] URL: <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/feed>
- [13] URL: [http://www.astronet.ru/db/moon/moontable.html?cur\\_year=1980&ph0=on&ph2=on](http://www.astronet.ru/db/moon/moontable.html?cur_year=1980&ph0=on&ph2=on)

## **NEW FACTS OF CORRELATIONS A MOONS PHASES AND EARTHQUAKES**

**V.Yu. Abramov, E.A. Dolginov**

Engineering faculty  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198*

The definition of prospective structures in area is only a part of successful work. There is no answer to the main question — whether all the identified structures are filled with hydrocarbons, select structures as priorities for immediate exploratory drilling, and pre-determine their composition — gas, oil, gas condensate. Geochemical surveys are logical complement to seismic operations, allow the use of information about the presence of direct evidence of hydrocarbons. In the case of a sufficiently professional and balanced approach to the joint interpretation of seismic and geochemical data, the probability of detection of hydrocarbons increases significantly.

**Key words:** earthquakes, seismic methods, gravity effect, statistical date.