

УДК 551.2(234.9)

## АКТИВНАЯ ТЕКТОНИКА АЗЕРБАЙДЖАНА: ПО ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ, ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ И СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

© 2002 г. И. С. Гулиев, Ф. А. Кадиров, Р. Э. Рейлинджер, Р. И. Гасанов, А. Р. Мамедов

Представлено академиком В.Е. Хаиным 15.08.2001 г.

Поступило 23.08.2001 г.

Проведением GPS-измерений получены значения скоростей горизонтальных движений Малого Кавказа, Талыша, Южного склона Большого Кавказа и Прикаспийского региона. В юго-восточной части Малого Кавказа и в Талыше наблюдаются большие векторы скоростей (9–12 мм/год), ориентированные в северо-восточном направлении. Уменьшение скорости и большое накопление упругой энергии наблюдается на юге Апшеронского

п-ова. Геологическая активность (сейсмичность, извержение грязевых вулканов и др.) связывается с горизонтальными движениями. На Большом Кавказе подвижным является участок Белокаш-Шеки. Пункты GPS на Малом Кавказе (поле отрицательных гравитационных аномалий) и на Талыше (поле положительных гравитационных аномалий) имеют одинаковые векторы скорости горизонтального движения, которые не коррели-

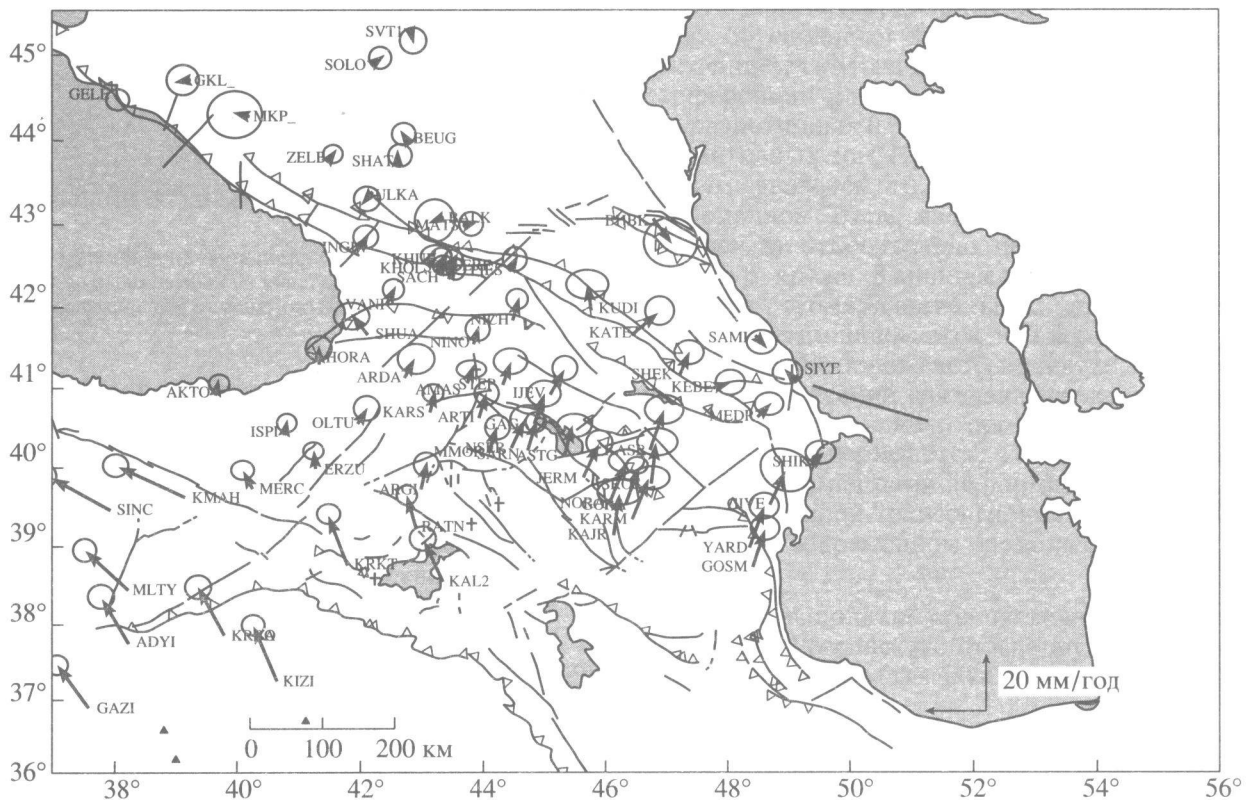


Рис. 1. GPS горизонтальные скорости и их 95% эллипсы доверительной вероятности территории Кавказа в Евразийской системе координат за период 1998–2000 гг.

руются гравитационными аномалиями. Эти факты позволяют констатировать, что Малый Кавказ и Талыш в горизонтальном движении участвуют как единая плита.

Сильнейшие землетрясения, произошедшие в 1986, 1989, 2000 гг. ( $M = 6.5$ ;  $M = 6.5$ ;  $M = 6.2$ ;  $M = 6.4$  Каспийское море), 1988 г. ( $M = 6.8$  Спитак, Армения), 1990, 1997 гг. ( $M = 7.4$ ;  $M = 6.5$  Северный Иран), 1991 г. ( $M = 7.0$  Рача, Грузия), 1992 г. ( $M = 7.2$  Эрзинджан, Турция), а также возникновение ощутимых землетрясений в очаговых зонах с энергетически слабой сейсмической предысторией свидетельствуют об активизации Кавказ-Каспийского региона. Сейсмическая активность Кавказ-Каспийского региона связана с непрерывающимся тектоническим движением Аравийской и Африканской плит в направлении на Евразийскую [1–4].

Сложное геологическое строение земной коры Азербайджана и наличие множества сейсмоактивных разломов на его территории делают актуальной задачу исследования деформационных процессов. Главный вопрос, на который необходимо ответить, состоит в том, разряжаются ли тектонические напряжения, скапливающиеся в глубинных разломах общекавказского простираения, посредством малых сейсмических событий, либо происходит аккумуляция напряжений, могущая привести к разрядке посредством катастрофического землетрясения.

Измерения в системе GPS (Система глобального определения местоположения) в настоящее время являются основным средством при исследовании деформаций в пределах горных сооружений и глобальных перемещений литосферных плит [5]. Такие измерения для геодинимических целей были начаты в середине 80-х годов в Европе и США. В 1988 г. GPS-измерения начались в Турции, Греции, Египте и Израиле. В Кавказской горной системе подобные исследования и измерения начались в 1991 г. на территории Грузии, Армении и России.

В 1998 г. Институтом геологии АН Азербайджана и Массачусетским технологическим институтом (Р.Э. Рейлинджер, США) был создан Азербайджанский полигон GPS-измерений. Создание Азербайджанского полигона GPS осуществлялось на базе имеющихся геодинимических полигонов Азербайджана.

Была создана сеть из 14 пунктов GPS на территории Азербайджана со следующими условными обозначениями: KATE (Катех), SHEK (Шеки), KEBE (Габала), SAMU (Самур), SIYE (Сиазань), MEDR (Медраса), SHIK (Шихлар), GOSM (Госмалйон-Лерик), YARD (Ярдымлы), BILE (Билясувар), KURD (Кюрдамир), YEVL (Евлах) и два пункта на территории Нагорного Карабаха – KASP (Агдере), SHOU (Шуша). Первые измере-

ния проведены в сентябре 1998 г. на первых 10, а повторные в сентябре 2000 г. на 12 пунктах. Полученные в 1998–2000 гг. результаты измерений обработаны совместно с Массачусетским технологическим институтом с использованием пакета программ GAMIT/GLOBK [6–8].

На рис. 1 представлена схема распределения векторов скоростей горизонтальных смещений геодезических пунктов GPS и их 95% эллипсы доверительной вероятности территории Кавказа в Евразийской системе координат за период 1998–2000 гг. Полученные векторы скоростей горизонтальных движений позволяют на основании инструментальных данных представить относительно полную картину современных горизонтальных смещений ряда структурных элементов Азербайджана.

Очень большие векторы скоростей (9–12 мм/год), ориентированные в северо-восточном направлении, наблюдаются в юго-восточной части Малого Кавказа. На пунктах GOSM и YARD, расположенных в Талыше, также наблюдаются аналогичные векторы скоростей. Такой же вектор скорости характерен для пункта BILE.

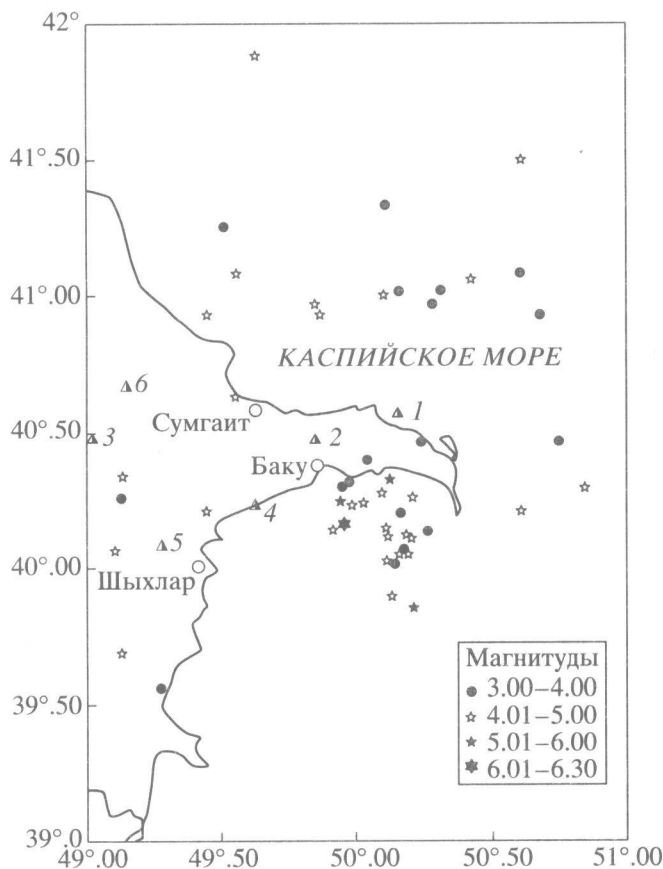


Рис. 2. Распределение эпицентров землетрясений за 1996–2001 гг. 1–6 – грязевые вулканы, извергавшиеся за период 1999–2001 гг.

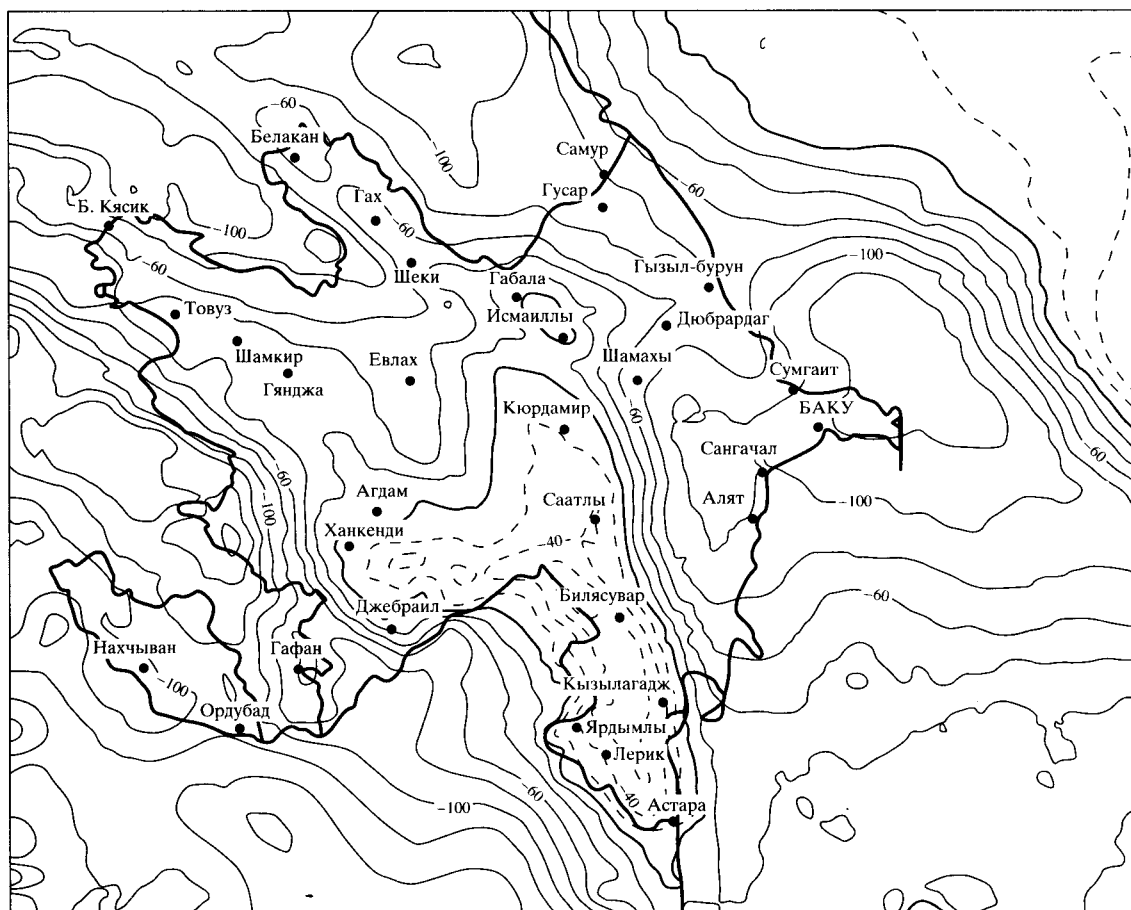


Рис. 3. Схема гравитационного поля Азербайджана. Сечение изолиний через 20 мГал. Отрицательные и положительные аномалии показаны соответственно сплошными и пунктирными линиями.

На Большом Кавказе подвижным является участок, где расположены пункты KUDI, KATE и SHEK. В пункте KATE наблюдается также большая скорость (12 мм/год), но вектор больше повернут в направлении на северо-восток. В пункте SHEK скорость порядка 8 мм/год, направление также ориентировано параллельно векторам пунктов, расположенных на юго-востоке Малого Кавказа. На пунктах KEBE, SAMU, SIYE, MEDR, SHIK наблюдаются почти нулевые векторы скоростей.

Этот факт показывает, что на северной стороне этих пунктов накапливается значительная энергия деформации. Уменьшение скорости и большое накопление упругой энергии наблюдается на юге Апшеронского п-ова. С этим явлением, возможно, и связана активизация сейсмических событий и грязевых вулканов в этом регионе. На рис. 2 представлена схема распределения эпицентров землетрясений, произошедших за период 1996–2001 гг. (по каталогу IRIS) и грязевых вулканов, извергавшихся за период 1998–2001 гг. в Апшеронской и Шамахи-Гобустанской областях. Произошедшее в Каспийском море сильное землетрясение в конце 2000 г. и его афтершоки явля-

ются возможной реакцией на продолжающиеся в последние годы деформационные процессы и связанное с ними накопление напряжений в области предгорий Большого Кавказа, Апшеронского п-ова и Среднего Каспия. Невозможность эксплуатации станций GPS в море не позволяет сделать однозначные выводы о природе данного землетрясения. Однако тенденция горизонтальных движений, происходящих на территории Азербайджана, предопределяет активизацию сейсмических процессов в зонах накопления упругих напряжений в сопредельных областях.

На рис. 3 приводится схема распределения гравитационных аномалий в редуциях Буге для Азербайджана и сопредельных территорий [9]. Сравнение полученных данных по GPS-измерениям с региональными гравитационными аномалиями показывает, что пункты, расположенные в зоне интенсивной отрицательной гравитационной аномалии на юге Малого Кавказа (–160 мГал) и в зоне Талышских гор (100 мГал), смещаются в северо-восточном направлении почти одинаково. Этот факт позволяет констатировать, что с точки зрения горизонтальных движений, выделение Та-

лышской горной системы в качестве отдельного блока не соответствует реальности.

Другими словами, юго-восточная часть Мало-го Кавказа и Тальш смещаются по вязкой астеносфере в направлении с юга на север под воздействием северного дрейфа Аравийской плиты, и здесь не происходит их расщепления. Однако для подтверждения данного вывода необходимо сгустить имеющуюся сеть пунктов, получить более детальную картину распределения современных горизонтальных движений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Smith D.E., Kolenkiewics R., Robbins J.W. et al.* // *Geophys. Res. Lett.* 1994. V. 21. P. 1979–1982.
2. *McClusky S., Balassanian S., Barka A. et al.* // *J. Geophys. Res.* 2000. V. 105. № В3. P. 5695–5719.
3. *Шевченко В.И., Гусева Т.В., Лукк А.А. и др.* // *Физика Земли.* 1999. № 9. С. 3–18.
4. *Philip H., Cisternas A., Gvishiani A. et al.* // *Tectonophysics.* 1989. V. 61. P. 1–21.
5. *Hager B.H., King R.W., Murray M.H.* // *Annu. Rev. Earth and Planet. Sci.* 1991. V. 19. P. 351–382.
6. *King R.W., Bock Y.* Documentation for the GAMIT Analysis Software. Release 9.7. Cambridge: Mass. Inst. Technol., 1998.
7. *Herring T.A.* GLOBK: Global Kalman Filter VLBI and GPS Analysis Program Vers. 4.1. Cambridge: Mass. Inst. Technol., 1998.
8. *Oral B.* Global Positioning System (GPS) measurements in Turkey (1988–1992): Kinematics of the Africa-Arabia-Eurasia Plate collision zone. PhD. Thesis. 344 p. Cambridge: Mass. Inst. Technol., 1994.
9. *Кадиров Ф.А.* Гравитационное поле и модели глубинного строения Азербайджана. Баку: Изд-во Ин-та геологии АН Азербайджана, 2000. 112 с.