
НАШИ ГОСТИ

УДК 550.34

ГЛУБИННЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОЧАГОВЫХ ЗОН ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА

© 2012 Т. Я. Маммадли, д.г.-м.н.

Республиканский Центр Сейсмологической Службы Национальной Академии
Наук Азербайджана, Азербайджан, Баку Az 1001, ул. Н. Рафибейли, 9.
e-mail: m-tahir@mail.ru

Исследованы особенности глубинных структур сейсмогенерирующих зон Азербайджана по слабой сейсмичности методом, ранее разработанным автором. Было установлено, что источники слабых землетрясений в сейсмогенных зонах сконцентрированы в определенных интервалах глубин, верхние границы которых соответствуют глубине поверхности кристаллического фундамента. Зоны сильных землетрясений ($M \geq 5,0$) также расположены на границе кристаллического фундамента.

Ключевые слова: сейсмогенерирующие зоны, землетрясения, слабая сейсмичность

Выявление сейсмогенерирующих зон или сейсмических очагов, изучение их глубинного строения остается по сегодняшний день одним из актуальных вопросов современной сейсмологии.

Решение этой проблемы имеет огромное значение не только для картирования сейсмической опасности территорий, но и даст возможность проследить за развитием сейсмического процесса в очагах сильных землетрясений, что очень важно для прогнозирования последних.

Представления о сейсмогенерирующих зонах весьма разнообразны. По И. Е. Губину [Губин, 1950], Н. В. Шебалину [Шебалин, 1997] сейсмические очаги сильных землетрясений приурочены к крупным тектоническим разломам. Г. П. Горшков [Горшков, 1948] считает, что сейсмогенерирующие зоны имеют объемную природу и связаны с различными тектоническими структурами.

Е. А. Рогожин [Рогожин, 1993] своими более детальными исследованиями обосновал предложения исследователей [Кейлис-Борок, Кособоков, 1984, 1986] о приуроченности очаговых зон сильных землетрясений к тектоническим разломам или к узлам дизъюнктивных разломов различного ранга.

Установленная закономерность о приуроченности очагов сильных землетрясений к зонам тектонических разломов позволила ученым разработать так называемый «генетический» или «сеймотектонический» метод выявления потенциальных очаговых зон сильных землетрясений. При этом крупные тектонические разломы исследуемого региона, принимаются как потенциальные очаговые зоны, и считается возможным возникновение землетрясений с максимальной магнитудой (M_{max}) в каждой ее точке.

Однако этот метод, применяемый в настоящее время при сейсмическом районировании, имеет определенные, можно сказать сильно искажающие основные результаты исследований, недостатки. Во-первых, крупные тектонические разломы, применяемые за потенциально опасные зоны, необоснованно считаются активными по всей протяженности. Во-вторых, экстраполяция сейсмостатических данных (M_{\max}) на другие части разломных зон также не имеет никакой основы. В-третьих, в зонах разломов, где не наблюдались или не имеются данные о сильных землетрясениях, исключается возможность возникновения таких землетрясений в будущем. Таким образом, применяемый в работах сейсмического районирования «генетический» или «сеймотектонический» метод не оправдывает себя.

Более обоснованным методом определения потенциально опасных очаговых зон сильных землетрясений является метод выявления сейсмогенерирующих зон глубинных разломов по слабой сейсмичности [Маммадли, 2005, 2011].

Этот метод основан на представлении о сейсмогенерирующих структурах, которыми являются активные разломы, разграничивающие геотектонические структуры с различным тектоническим режимом и аккумулирующие все сильные и основную массу слабых и средней силы землетрясений. По этой методике можно без каких-либо дополнительных (геологических, тектонических) данных по слабой сейсмичности определить сейсмогенерирующие зоны, следовательно, установить потенциальные (известные и неизвестные по настоящее время) очаговые зоны сильных землетрясений. Магнитуда максимально возможных землетрясений M_{\max} в сейсмогенерирующих зонах по методу Т. Я. Маммадли [Маммадли 2005, 2011] определяется на основе формулы

$$L_g L_{km} = 0,366M - 0,883 \quad ,$$

полученной из анализа соотношений протяженности сейсмогенерирующих зон и магнитуды землетрясений, происходивших в них. Отметим, что значения магнитуд максимально возможных землетрясений M_{\max} в сейсмогенерирующих зонах очень хорошо согласуются с такими значениями, полученными другими исследователями [Губин, 1978; Ризниченко, 1976; Toksoz и др., 1979; Utsi, 1961]. Более того, магнитуда M_{\max} определяемая по предложенному методу [Маммадли, 2005, 2011] точнее, чем данные других исследователей [Губин, 1978; Ризниченко, 1976; Toksoz, 1979; Utsi, 1961]. Дело в том, что вышеуказанными исследователями протяженность очаговых зон определяется на основе размера облаков афтершоков, плейстосейстовой зоны, остаточной сейсмодислокации и т.д., тогда как новый метод более точно определяет сейсмогенерирующие зоны, следовательно, и их размеры. На основе этой методики, на территории Азербайджана, которой свойственна достаточно высокая сейсмическая активность, выявлено множество сейсмогенерирующих зон с различной протяженностью и направлением. Эти зоны соответствуют сегментам глубинных разломов, выявленных ранее геолого-геофизическими методами [Карта..., 1992].

Достаточно высокое пространственное совпадение этих сейсмогенерирующих линий и эпицентров очагов сильных землетрясений ($M \geq 5,0$) Азербайджана подтверждает правильность полученных результатов (рис. 1).

Сразу же отметим, что пространственное расположение выделенных сейсмогенерирующих зон показывает, что на территории Азербайджана ни один разлом по всей протяженности не проявляет одинаковую сейсмическую активность. Это

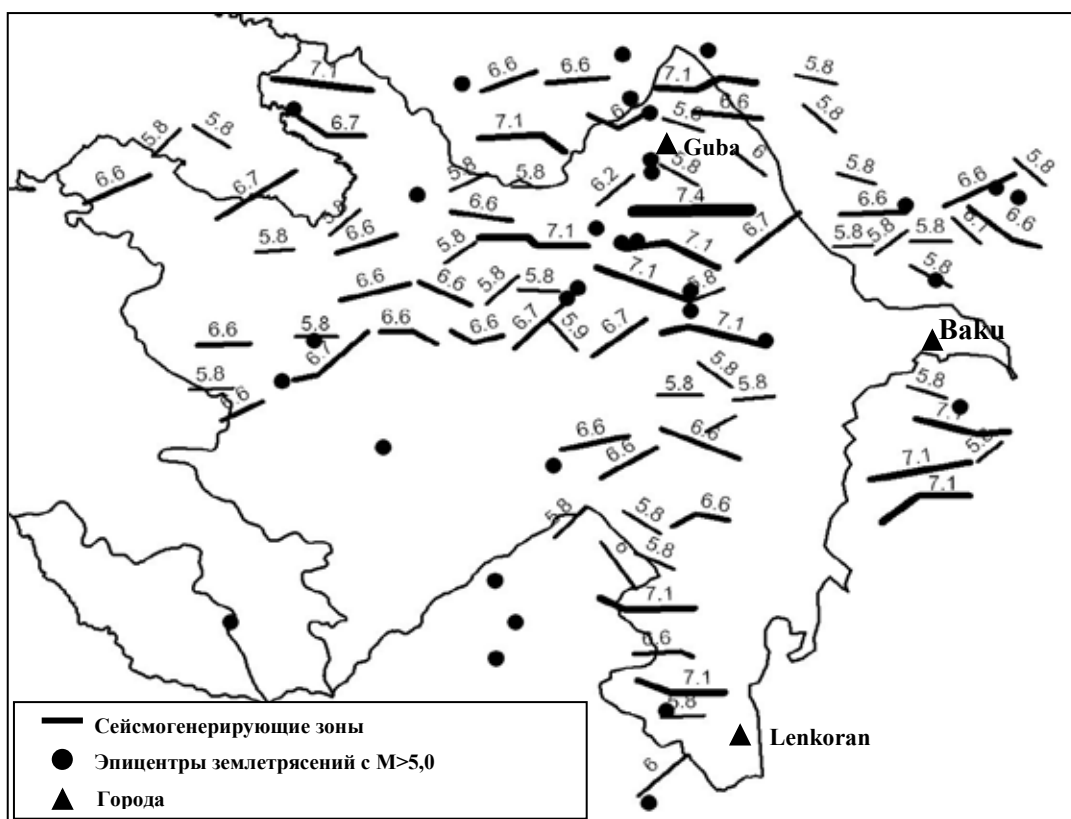
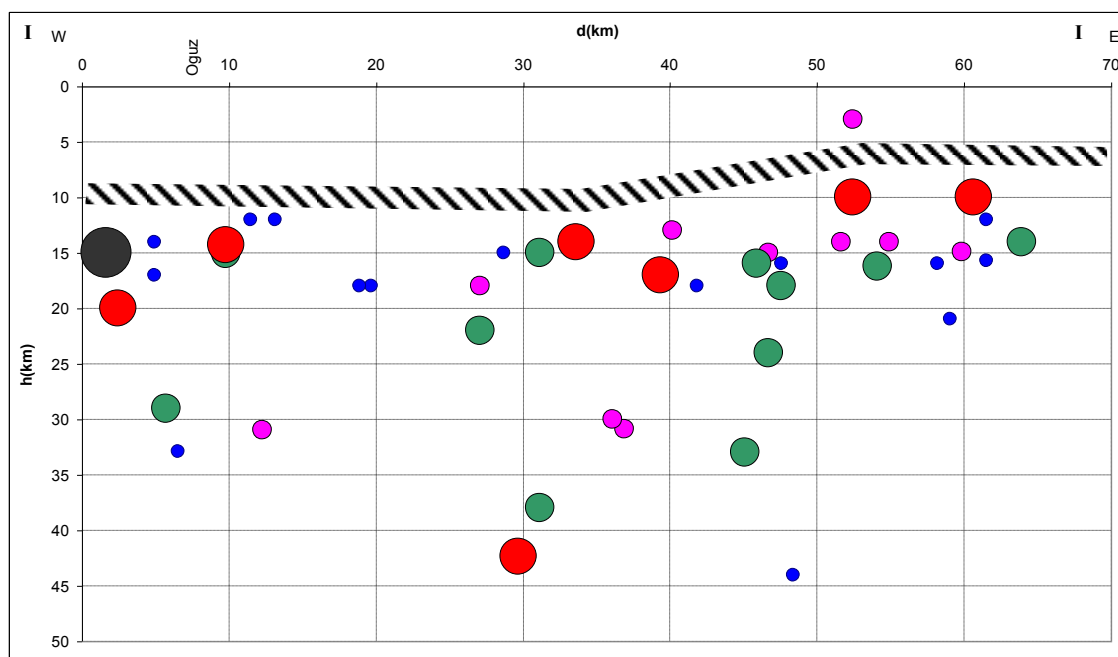


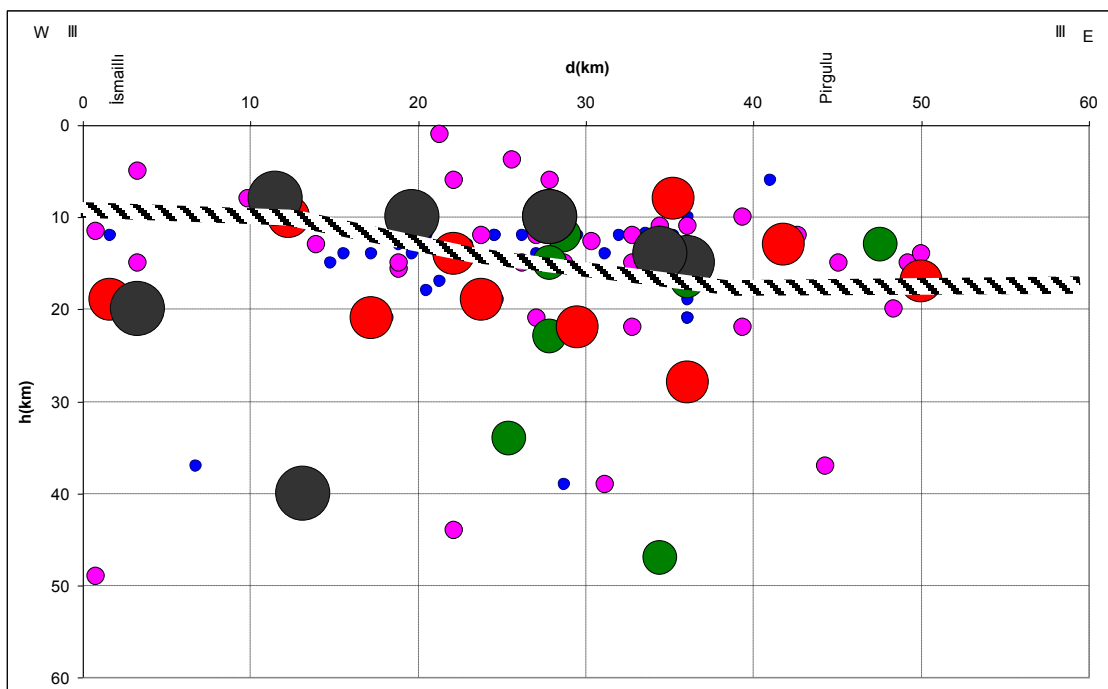
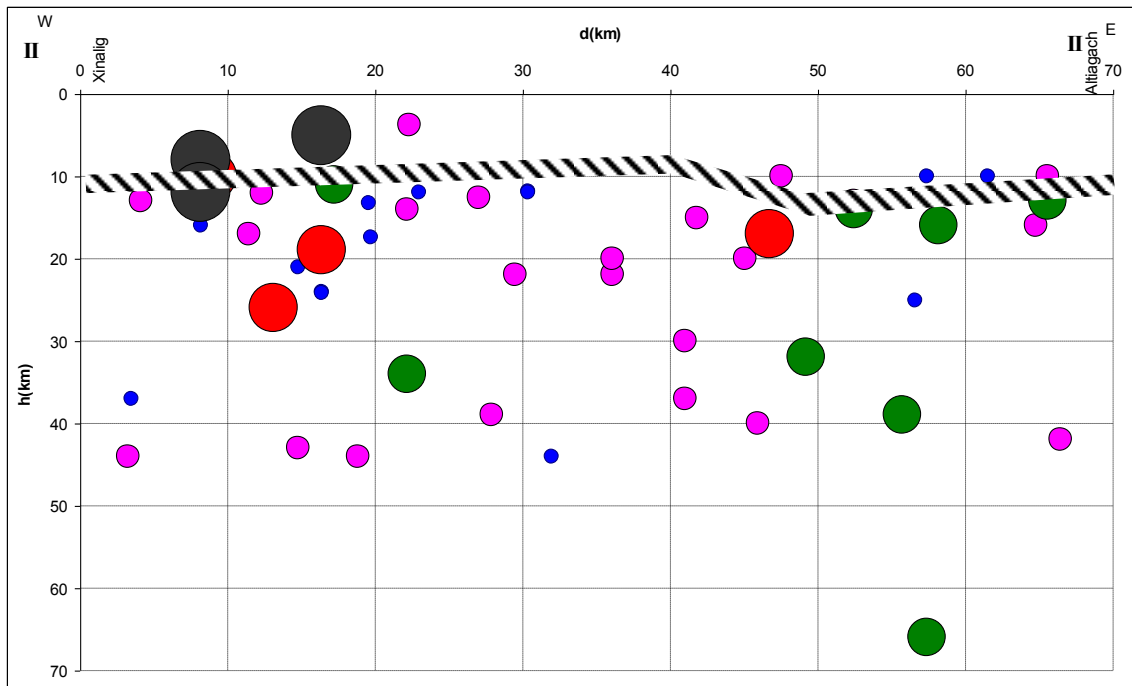
Рис.1. Сейсмогенерирующие зоны территории Азербайджана.

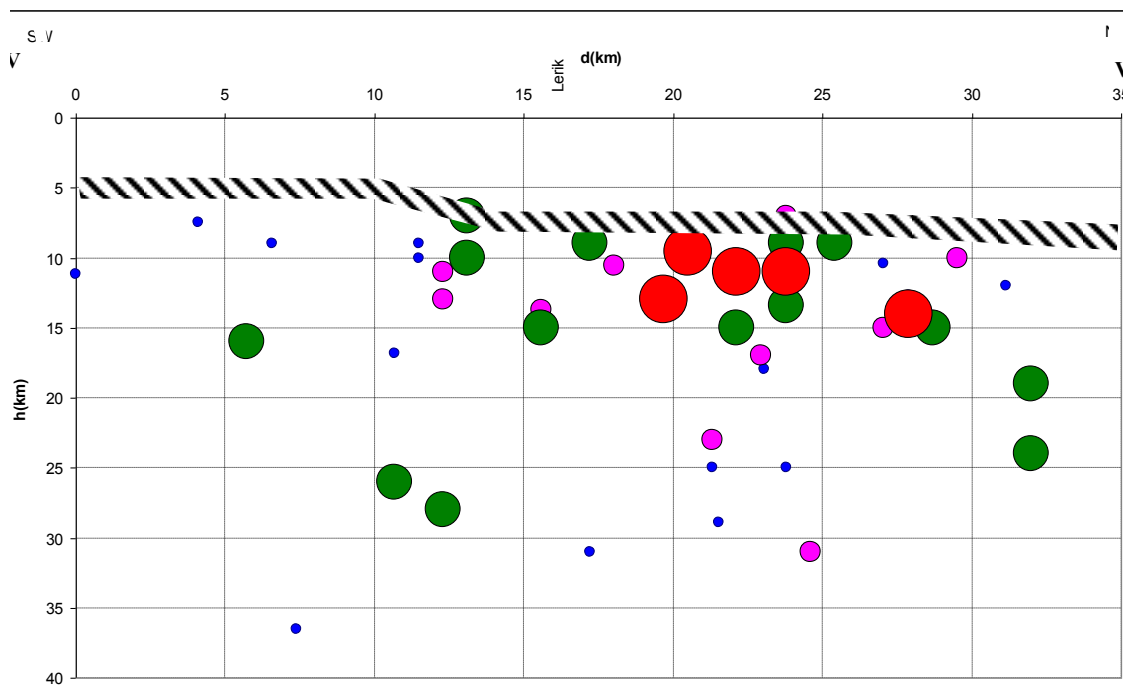
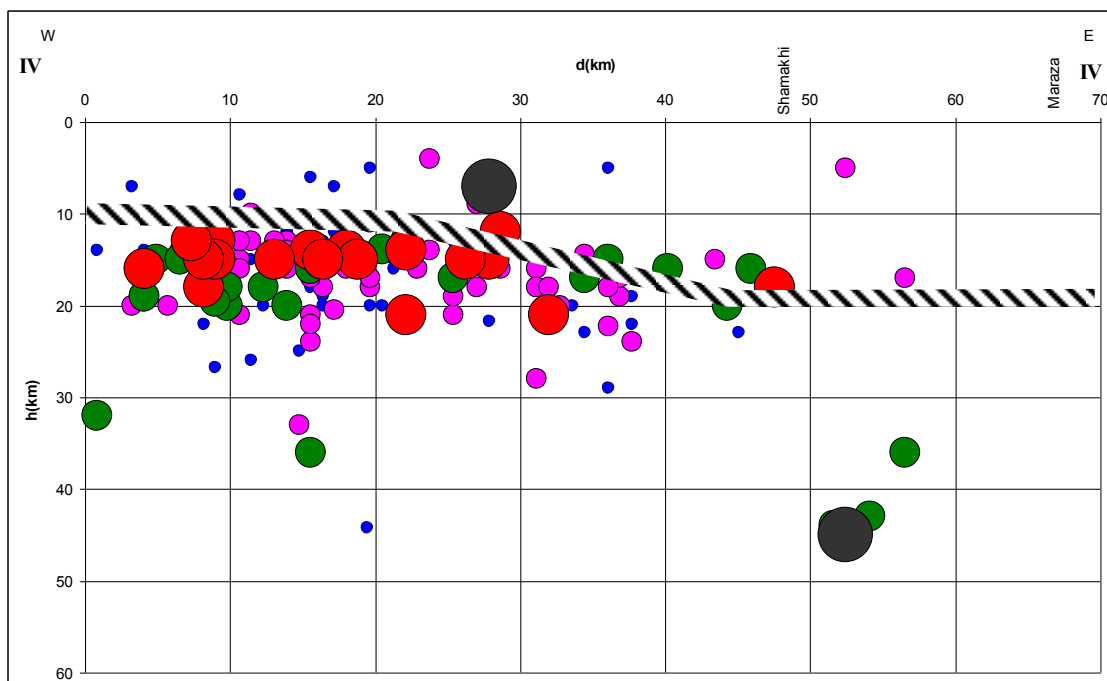
является еще одним доказательством того что, считать крупные разломы по всей протяженности активными, необоснованно.

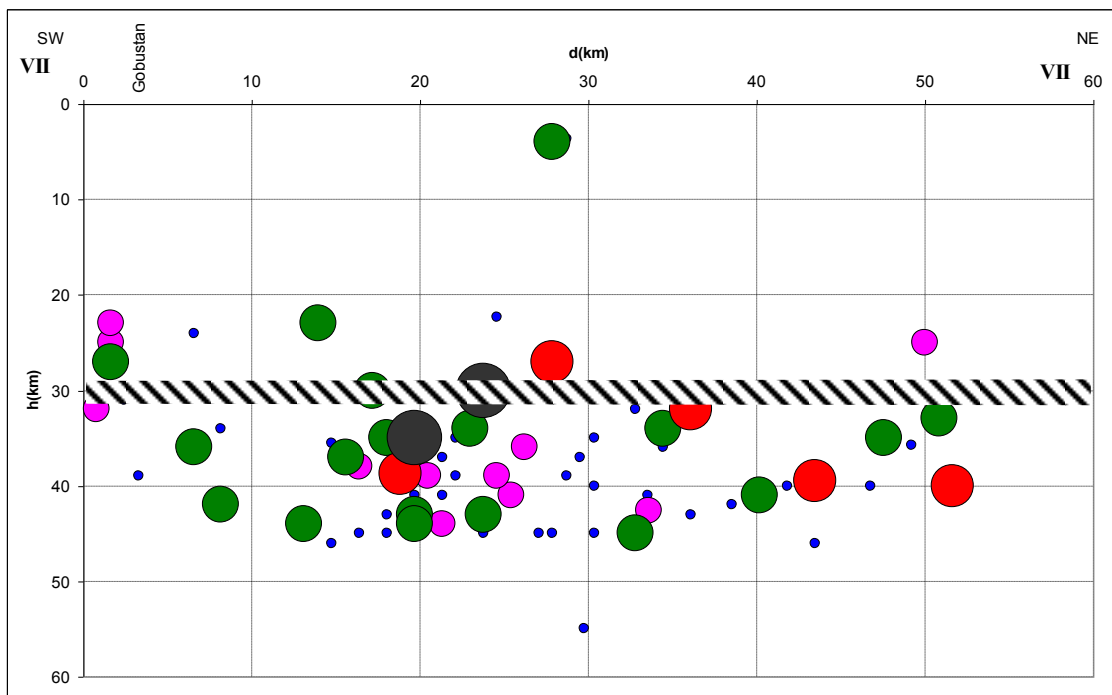
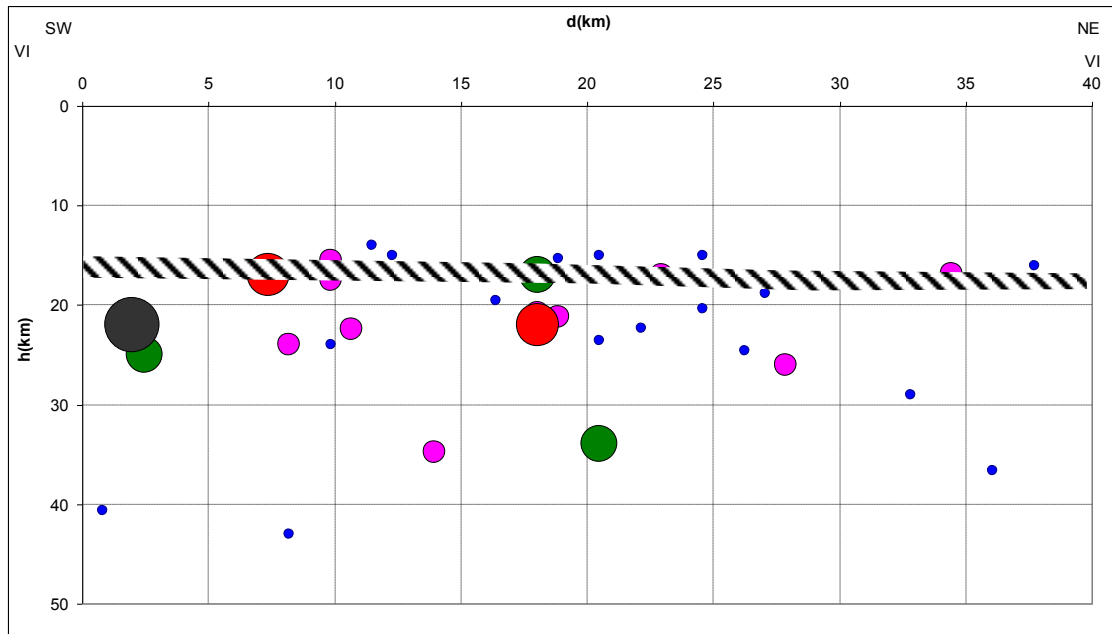
Кроме выявления пространственного расположения сейсмогенерирующих зон, также важное значение имеет изучение глубинных структурных особенностей последних. Это позволяет определять объем сейсмогенерирующего слоя, анализировать особенности распределения слабых и сильных сейсмических толчков в этом слое. Выявление характерных глубин возникновения очагов сильных землетрясений является одним из необходимых этапов работ, проводимых для оценки уровня сейсмической опасности территории. Исследование этих вопросов позволяет понять, как развиваются сейсмические, т.е. динамические процессы в сейсмогенерирующих зонах, и главное, на каких глубинных диапазонах возникают сильные землетрясения. Последнее важно не только для изучения физики очага землетрясения, а также необходимо для оценки и прогнозирования уровня сейсмической опасности при сильных землетрясениях, так как степень проявления землетрясений, помимо ее магнитуды, зависит и от глубины очага.

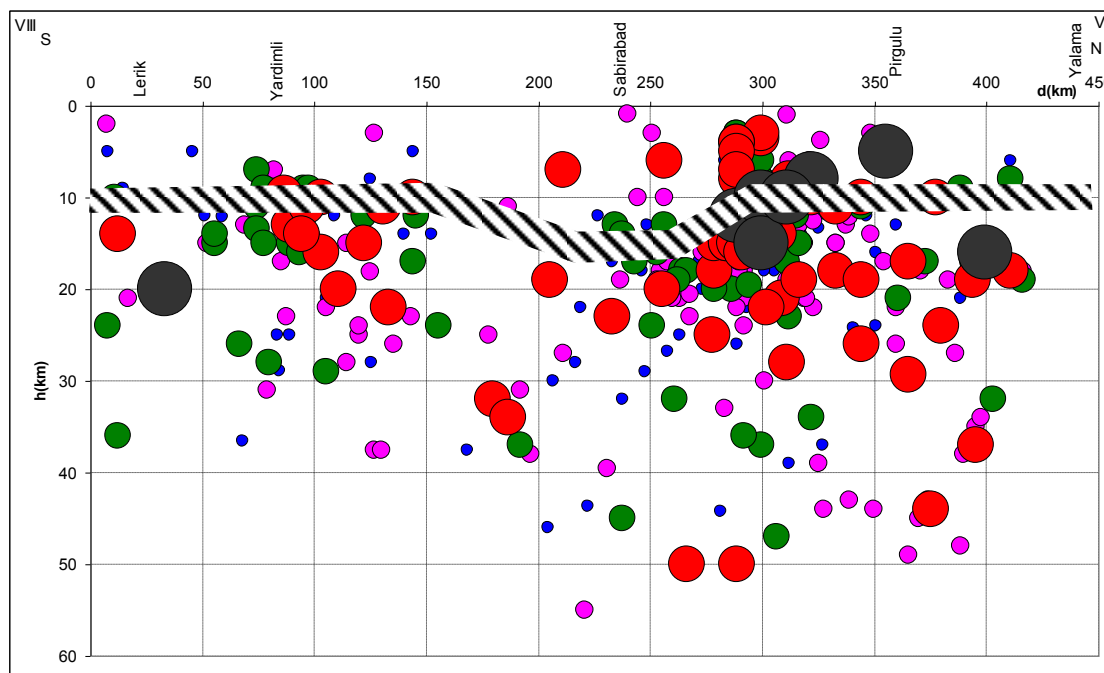
С целью исследования вышеуказанных вопросов были построены сейсмические разрезы по профилям, проведенным по нескольким сейсмогенерирующим зонам [Маммадли, 2005, 2011]. Карта профилей и некоторые из сейсмических разрезов приведены на рис. 2.











Условные обозначения:

Землетрясения m_l - ● 3.0 ● 3.5 ● 4.0 ● 4.5 ● ≥ 5.0
 ▨ - поверхность кристаллического фундамента (ПКФ)

Рис. 2. Карта профилей сейсмических разрезов и сейсмические разрезы.

Из этих разрезов видно, что слабые сейсмические толчки на различных очаговых зонах сконцентрированы на разных глубинах. На нескольких разрезах (I-I, III-III, IV-IV, V-V) очаги слабых землетрясений сконцентрированы в интервале глубин 10÷20 км, хотя в отдельных их частях или в других некоторых разрезах наблюдаются углубления очагов. Так, на разрезе I-I, юго-восточнее г.Огуз отмечаются землетрясения с глубинами от 12 до 40 км. В восточной части разреза глубина очагов уменьшается до $H=8-15$ км. На разрезе II-II, в районе восточнее Хыналыг, землетрясения возникали на диапазоне глубин 8-25 км, тогда как на востоке слабые толчки распространены на глубину от 10 км до 40 км. Западная и восточная части сейсмического разреза II-II также различаются. Если на западе, в районе Хыналыг гипоцентры скоплены на интервале глубин 8-25 км, то по мере удаления к востоку глубины очагов возрастают до $H\sim 40$ км.

В морской части территории (на разрезе VII-VII) очаги слабых землетрясений концентрированы на глубине 30-45 км.

Профиль VIII-VIII проходит с юга республики на север, пересекая зоны профилей V-V, IV-IV, III-III и II-II. Из разреза по этому профилю можно заметить, что с юга на север, глубина зоны концентрации слабых землетрясений меняется. Так, в районе Лерик-Ярдимлы (профиль V-V) очаги слабых толчков скоплены в интервале глубин 10÷20 км, несколько севернее, в районе Кюрдамир-Сабирабад сейс-

мические толчки распространены несколько глубже (15-30 км), еще севернее – в районе Шамахи – Пиргулу вновь наблюдаются скопления основной массы очагов землетрясения на несколько меньшей глубине – 5-20 км. Не менее важным фактом является то, что во всех разрезах очаги сильных ($M \geq 5,0$) землетрясений приурочены в основном, к зонам концентраций слабых толчков.

Сопоставление особенностей глубинного распределения очагов землетрясений с глубиной поверхности кристаллического фундамента (ПКФ) земной коры выявило интересную закономерность.

Глубина верхней части зоны концентрации сейсмических толчков на сейсмических разрезах соответствуют примерно глубинам (ПКФ), или его приповерхностной части. Так, на западной части разреза I-I поверхность фундамента расположена на глубине 10 км, а его восточной части уменьшается до 8 км [Kangarli, 1999]. Примерно, такая же глубина поверхности наблюдается в зоне скопления очагов землетрясений, на этом разрезе. На западной части очаги в основном распределены ниже глубины 12 км, тогда как в его восточной части очаги концентрируются на глубине в интервале 8-15 км. Сразу же отметим, что небольшую разницу в значениях глубины фундамента и зоны концентрации можно пренебрегать, учитывая точности их определения.

Если верхняя граница зоны скопления гипоцентров землетрясений на западной части разреза II-II проходит на глубине 8-10 км, то на восточной части это значение равно примерно 12-15 км, что очень хорошо коррелируются с глубинами ПКФ, которые равны 10 км и 16 км на западной и восточной частях, соответственно.

Такую корреляцию можно проследить на разрезах III-III, IV-IV и V-V.

Совпадение глубинных уровней зоны концентрации сейсмических толчков и ПКФ очень четко прослеживается и на разрезах VI-VI и VII-VII. На этих разрезах гипоцентры очагов землетрясений сконцентрированы в основном в диапазоне глубин $H=15-25$ км (VI-VI) и $H=30-45$ км (VII-VII). ПКФ в этих районах проходит на глубине около $H=16$ и $H=30$ км, соответственно [Мамедов, 2010].

Похожую картину можно наблюдать на разрезе по протяженному профилю VIII-VIII. На разрезе видно, что на юге – в районе Ярдымлы землетрясения концентрируются на глубине $H = 8-16$ км, несколько севернее сейсмические толчки углубляются, и концентрируются на глубине $H = 10-25$ км. Еще севернее, в районе Шамахи-Исмаиллы глубина зоны концентрации землетрясений вновь уменьшается до 3-17 км.

На северной части профиля гипоцентры концентрируются примерно в диапазоне глубин $H= 15-25$ км. ПКФ по этому профилю также с юга на север проходит таким же изменением глубины залегания.

При анализе этих сейсмологических разрезов можно заметить, что везде очаги сильных землетрясений $M \geq 5,0$ приурочены к зонам ПКФ. С другими словами сильные землетрясения Азербайджана возникают в приповерхностных частях кристаллического фундамента, т.е. на глубинах в горных и предгорных зонах $H = 10-12$ км, в депрессионных областях $H = 15-17$ км, и в Каспийском море – на юге Апшеронского полуострова $H= 30-35$ км, севернее Апшеронского полуострова – $H = 15-25$ км.

Литература

1. Горшков Г.П. О новой карте сейсмического районирования территории СССР / Тр. Геоф. Института АН СССР, № 1, 1948. С. 71-73.
2. Губин И.Е. Сейсмотектонический метод сейсмического районирования / Труды Геофизического Института АН СССР, № 13 (140). 1950. С. 1-53.
3. Губин И.Е. Геология и землетрясения / Сейсмотектоника южных районов СССР. М.: Наука, 1978. С. 5-26.
4. Карта глубинного строения Черноморско-Южно-Каспийской области регионального прогибания М.1:1000000 / Гл. ред. К.М. Керимов, Э.Ш. Шихалибейли. Баку, 1992.
5. Кейлис-Борок В.И., Кособоков В.Г. Комплекс долгосрочных предвестников для сильнейших землетрясений мира // В кн.: Землетрясения и предупреждение стихийных бедствий. 27-ой международный геологический конгресс (СССР, Москва, 4-14 августа 1984). Коллоквиум 06. М.: Наука. 1984. Т. 61. С. 56-66.
6. Кейлис-Борок В.И., Кособоков В.Г. Периоды повышенной вероятности возникновения сильнейших землетрясений мира // Математические методы в сейсмологии и геодинимике (Вычислительная сейсмология; вып. 19). М., 1986. – С. 48-58.
7. Мамедов П.З. Современная архитектура Южно-Каспийского Мегабассейна-результат многоэтапной эволюции литосферы в центральном сегменте Альпийского-Гималайского подвижного пояса // Известия Национальной Академии Наук Азербайджана, Науки о Земле, № 4. 2010. С. 60-64.
8. Маммадли Т.Я. Выявление очаговых зон сильных землетрясений Азербайджана и определение их максимальных магнитуд (M_{max}) по слабой сейсмичности / Известия Национальной Академии Наук Азербайджана, Науки о Земле, № 4. 2005. С. 60-64.
9. Маммадли Т.Я. Новая методика выявления очаговых зон сильных землетрясений и определение их максимальных магнитуд (M_{max}) по слабой сейсмичности (на примере территории Азербайджана) / Проблемы сейсмотектоники. Материалы XVII Всероссийской конференции с международным участием Воронеж-Москва, 2011. С. 337-341.
10. Ризниченко Ю.В. Размеры очага коревого землетрясения и сейсмический момент / Исследования по физике землетрясений. М.: Наука, 1976. С. 9-27.
11. Рогожин Е.А. Тектоника очаговых зон сильных внутриконтинентальных землетрясений / Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. Вып.1. М.:ОИФЗ РАН, 1993. С. 217-227.
12. Шебалин Н.В. Сильные землетрясения /Избранные труды. М.: Изд-во Академии горных наук, 1997. 542 с.
13. Kangarli T.N. Alpine geodynamics of the earth's crust of Azerbaijan. – Oriceeding of the 5th Baku International Congress «Energy, Ecology, Economi». Baku, v.10. 1999. pp.199-205.
14. Toksoz M.N., Shakal A.F., Mishael A.J. Space-time migration of earthquake along the North Anatolian fault zone and seismic gaps / Pure and Appl. Geophys. V.117. 1979. p. 1258-1270.
15. Utsi T. A statistical study of the occurrence of aftershocks // Geophys. Mag. V. 30. №4. 1961. p. 521-605.

SEISMOGENIC ZONES OF AZERBAIJAN AND THEIR DEPTH STRUCTURAL FEATURES

T. Y. Mammadli, Sc. Doctor (Geol.)

Republican Center of Seismic Service of Azerbaijan National academy of sciences,
Baku, Azerbaijan Republic, e-mail: m-tahir@mail.ru

Investigated depth structural features of the seismogenic zones of Azerbaijan by weak seismicity, identified earlier by the author. Have been found that the sources of weak shakes in seismogenic zones are concentrated in certain depth intervals, the upper limits which correspond to the depth of the surface of the crystalline basement. Also determined that, source zones of strong earthquakes ($M \geq 5.0$) located near the surface of crystalline basement.

Keywords: seismogenic zones, earthquakes, weak seismicity