

УДК 550.34

ОСОБЕННОСТИ СЕЙМОТЕКТОНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ МИНГЕЧАУРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ЦИФРОВЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

© 2013 Г. Д. Етирмишли, д.г.-м.н., С. Э. Казымова, к.г.-м.н. Ш. К. Исламова,
диссертант

Национальная Академия Наук Азербайджана, Республиканский Центр
Сейсмологической Службы, Баку Az 1001, ул. Н. Рафибейли, 9,
e-mail: sabina.k@mail.ru.

Работа направлена на изучение особенностей параметров механизмов очагов землетрясений, произошедших на территории Среднекуринской впадины. Анализ проводился по данным землетрясений цифровых сейсмических станций Азербайджана за период 2003-2013 гг. Механизмы очагов построены по программе «FPFIT». Установлено, что все механизмы на территории Среднекуринской впадины относятся к двум типам: сбросовым и сдвиговым. На континентальной части территории Азербайджана механизмы относятся как к взбросовым, так и сбросо-сдвиговым.

Ключевые слова: сеймотектоника, землетрясения, сейсмостанции.

Введение

Современный уровень исследований деформационных процессов в тектоносфере Земли невозможен без информации о действующих в ней полях тектонических напряжений. Именно данные о полях напряжений и деформаций, совместно со сведениями о неотектонических и современных движениях, о геологическом, структурно-тектоническом строении, а также данными о действующих в литосфере физических полях (тепловой поток, гравитационные аномалии, скорости сейсмических волн и др.), позволяют корректно решать одну из обратных задач геофизики – задачу создания моделей деформационных процессов крупных тектонических структур земной коры. Одновременно с этой фундаментальной проблемой геофизики данные о полях тектонических напряжений играют первостепенную роль и в решении ряда прикладных задач [Сычева, 2004].

Для решения данной задачи необходимо применение статистических методов анализа совокупностей механизмов очагов землетрясений в противовес тектонофизической интерпретации механизма очагов не только одиночных, достаточно сильных сейсмических событий, но и слабых.

Анализ сеймотектонических подвижек, опирающийся, прежде всего, на большую статистику механизмов очагов слабых и средних по силе землетрясений до последнего времени рядом сейсмологов признавался, главным образом, в качестве метода детального исследования напряженно-деформированного состояния отдельных сейсмоактивных районов, где создана густая сеть сейсмостанций [Сычева, 2004].

Мингечевирское водохранилище расположено в пределах Среднекуринского прогиба, самого сложного структурного элемента Куринской впадины. Его струк-

турные границы осложнены выступами и прогибами Большого Кавказа [Геология Азербайджана, 2005].

Водохранилище простирается с СЗ на ЮВ и при отметке 83 м, имеет длину около 75 км, захватывая при этом частично и долину р. Алазани. По основным характеристикам Мингечаурское водохранилище можно отнести к средним: Площадь его – 605 км², объём – 16,1 км³, длина – 70 км, наибольшая ширина – 18 км, средняя глубина – 27 м, наибольшая – 75 м. Заполнялось с 1953 по 1959 годы.

Вопрос о характере сейсмических проявлений в районе Мингечаурского водохранилища и возможности появления здесь индуцированных (так называемых наведенных) землетрясений возник еще при строительстве ГЭС, но до настоящего времени специально не изучался. Между тем, накопленные в результате постоянно проводившихся с тех пор сейсмологических наблюдений фактические данные позволяют обратиться к его рассмотрению.

Целью данного исследования является обработка, систематизация, интерпретация и обобщение сейсмологических материалов по механизмам очагов землетрясений на территории Мингечевирского водохранилища на основе современных подходов к анализу сеймотектонических подвижек.

Методика и данные расчета

В ходе исследования рассматривались сейсмологические данные, зарегистрированные сетью телеметрических станций за период 2003-2013 гг. [Етирмишли, 2003-2013]. Механизмы очагов землетрясений были рассчитаны в РЦСС НАНА по знакам первых вступлений Р-волн на цифровых станциях, которые расположены в интервале эпицентральных расстояний 15-350 км при достаточно равномерном распределении по азимутам. Механизмы очагов были рассчитаны на программе «PFIT» системы «Kinematics» [Reasenberg, 2008].

Комплекс программ состоит из следующих блоков:

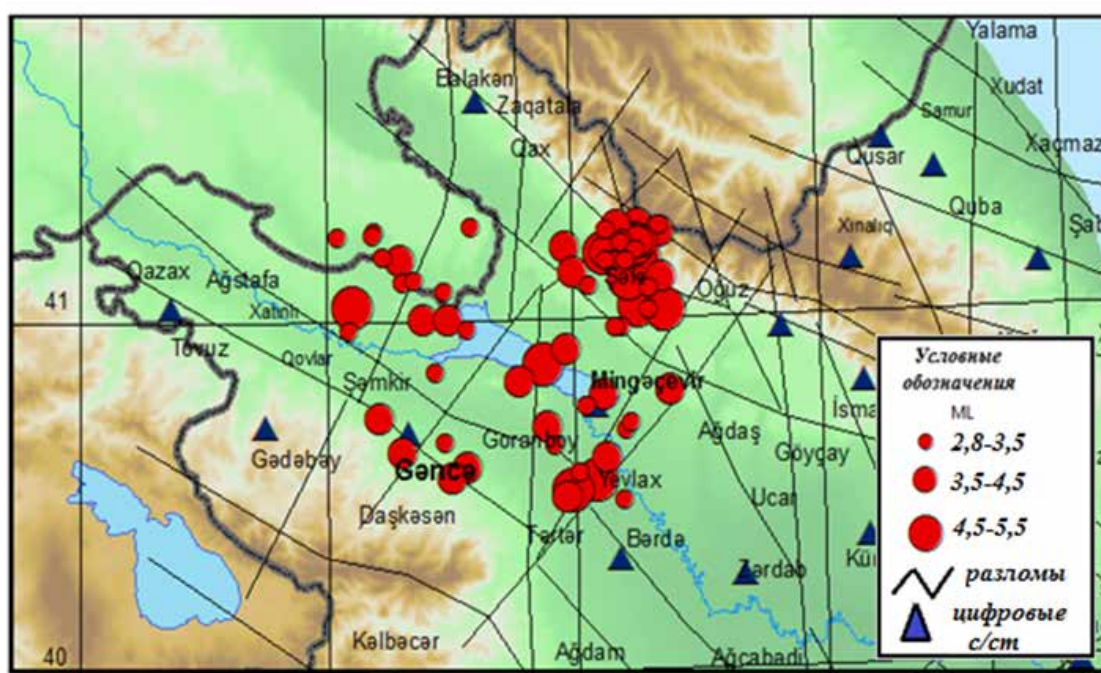


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений исследуемого региона за 2003-2013 гг.

- программа подготовки исходных данных;
- блок расчета механизмов;
- графические программы для просмотра результатов счета;
- программы подготовки файлов для представления результатов счета графическим пакетом SURFER.

При графическом изображении механизма очага землетрясения, последний представляется сферой единичного радиуса с центром в очаге. Учитывая центральную симметрию теоретической картины излучения, при расчетах используют половину фокальной сферы (верхнюю или нижнюю). Все точки, лежащие на верхней или нижней полусфере, проектируются на экваториальную стереографическую проекцию градусной сети шара, проходящую через центр последнего. Экспериментальные данные (знаки первых вступлений объемных волн на записях сейсмических станций) наносятся на сетку Вульфа и, в случае соответствия наблюдаемых данных модели двойного диполя, эти знаки разделяются двумя ортогональными нодальными линиями на квадранты (темные соответствуют областям волн сжатия, светлые – растяжения) [Reasenberg, 2008].

Особенности сеймотектонических напряжений Мингечаурского водохранилища

В пределах Среднекуринской впадины прослеживается Куринская сейсмогенная зона, обусловленная одноименным межглыбовым глубинным разломом. На всем протяжении Куринской сейсмогенной зоны с ней связаны лишь отдельные неощутимые землетрясения с магнитудой толчков в интервале $M=3-4$ и интенсивностью V-VI баллов. Согласно проведенным расчетам с данной сейсмогенной зоной могут быть связаны максимальные события магнитудой $M=5.3$. Для территории Мингечаурского водохранилища принята сейсмичность 8 баллов [Геология Азербайджана, 2005].

Район проведенного исследования ограничен координатами $40.60^{\circ}-41.20^{\circ}$ по широте и $46.20^{\circ}-47.40^{\circ}$ по долготе и включает как площадь самого Мингечевирского водохранилища, так и окружающие смежные территории.

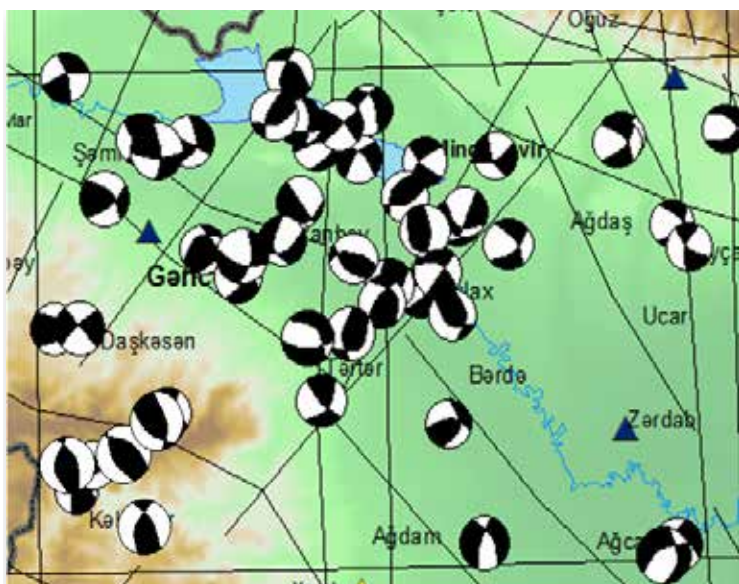


Рис. 2. Карта механизмов очагов землетрясений исследуемого региона за период 2003-2013 гг. с $m_l > 2.8$

На рис. 2 показана карта механизмов очагов землетрясений за 2003-2013 гг.; на рис. 3-4 приводятся примеры 3D проекций механизмов очагов для двух землетрясений.

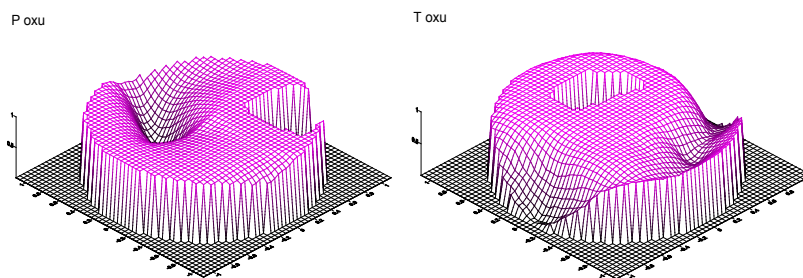


Рис. 3. 3D проекция механизма очага землетрясения, произошедшего 24.04.2003 г.

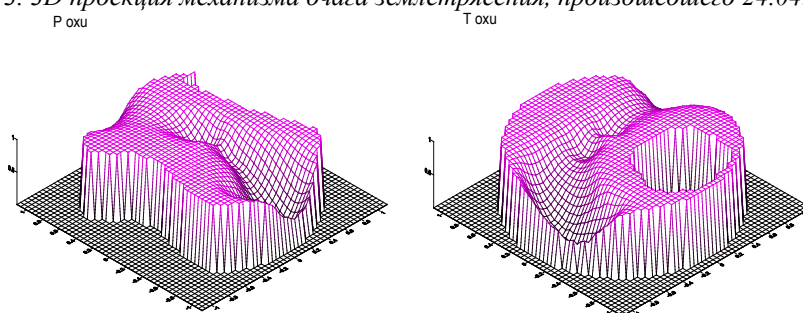


Рис. 4. 3D проекция механизма очага землетрясения, произошедшего 01.06.2005 г.

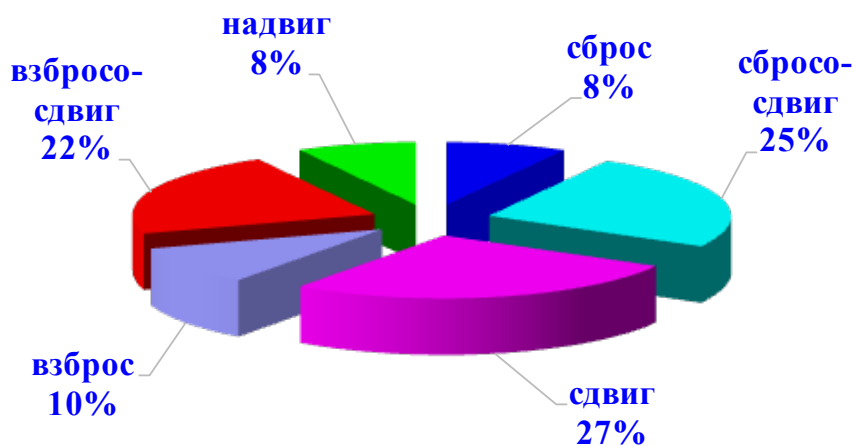


Рис. 5. Распределение типов подвижек Мингечаурского водохранилища в процентном соотношении

Как видно на рис. 5 большая часть территории Куринской впадины подвержена растяжению. Для исследуемой территории характерны сейсмотектонические деформации сбросового типа, с элементами сдвига. Однако в связи со сложным строением и наличием пересечения продольных, поперечных и ортогональных разломов в пределах исследуемого региона наблюдается и взбросо-сдвиговый тип подвижки. Сопоставление нодальных плоскостей механизма очага с тектоникой исследуемого региона показывает согласие нодальной плоскости ЮЗ-СВ и СЗ-ЮВ направлениях, соответствующее Гянджачайскому и Тер-Огузскому поперечным разломам (рис. 6) [Гасанов, 2003].

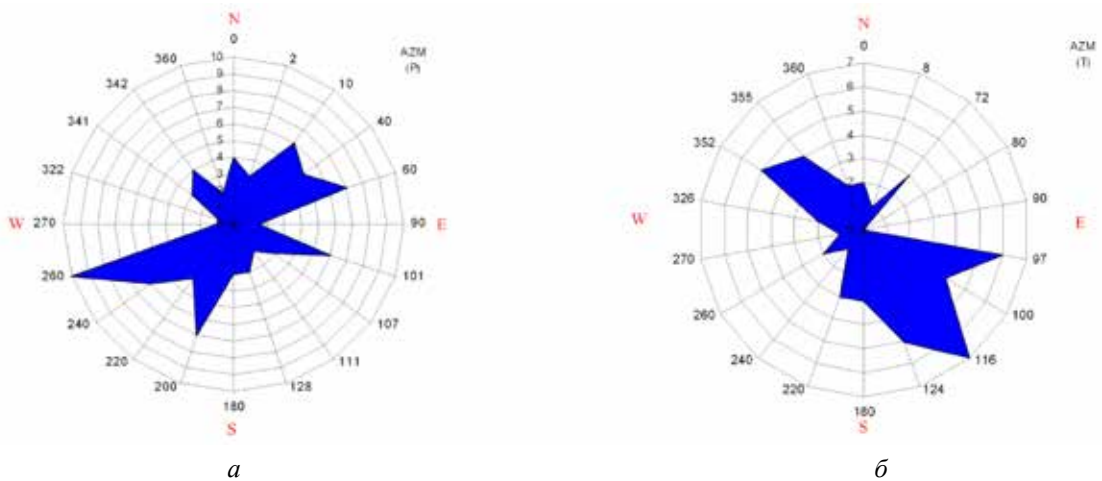


Рис. 6. Ориентация осей сжатия (а) и растяжения (б) на территории Азербайджана

Движение в плоскости разрыва для очагов Куринской низменности содержит как сбросо-сдвиговую, так взбросо-надвиговую составляющие [Агаларова, 1975]. Куринская низменность, как и зона Каспийского моря, является областью горизонтального растяжения на фоне напряженного состояния горизонтального сжатия всего региона, что обусловлено динамикой Аравийской и Евразийской литосферных плит [Ахмедбейли, 2010]. На рис. 7 показано изменение углов с горизонтом главных осей напряжения с глубиной. Установлено, что на глубине от 0-15 км в основном характерны сбросо-сдвиговые подвижки, а в интервале глубин 15-25 км проявляются как сбросовые, так и взбросовые подвижки.

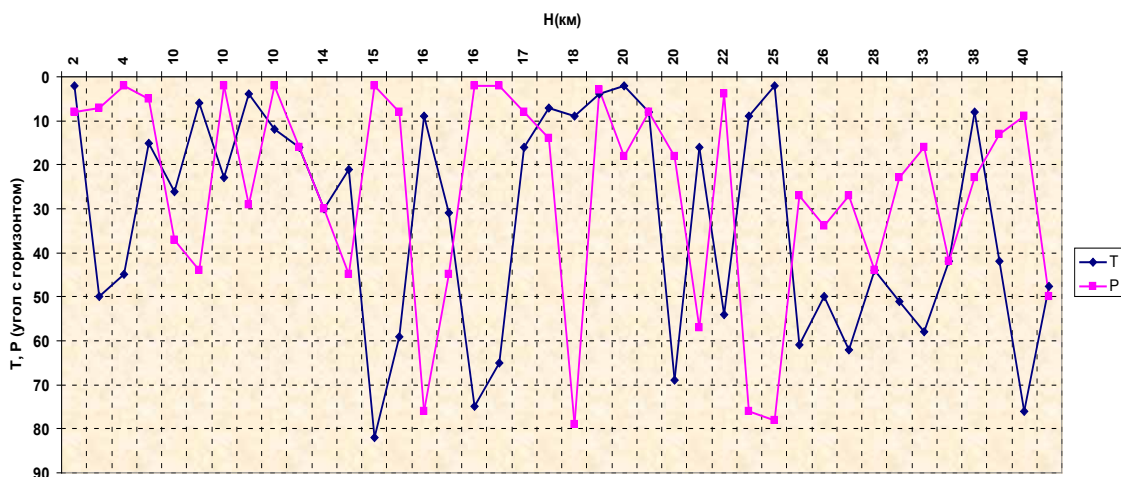


Рис. 7. График распределения углов погружения осей сжатия (P) и растяжения (T) относительно горизонта по глубине

Выводы

Использован статистический подход при анализе особенностей полученных решений фокальных механизмов очагов: визуализация сводных проекций, распределение азимутов и распределение углов наклона главных осей напряжений для контроля расчета сеймотектонических деформаций Мингечаурского района.

Большая часть исследуемой территории подвержена растяжению. Преобладающим направлением для азимутов осей сжатия фокальных механизмов является северо-северо-западное направление, а для осей растяжения – восточно-северовосточное, причем для осей сжатия с глубиной это направление меняется от северо-северо-западного к северному.

Для исследуемой территории характерны два типа режимов сейсмотектонической деформации: для западной части – сдвиговый, для восточной – переходный режим от сдвига к сжатию (транспрессия), при этом оси сжатия имеют северо-северо-западную ориентацию, а оси растяжения – восточно-северо-восточную.

Полученные результаты фокальных механизмов, а также компоненты направляющего тензора, могут быть добавлены в сейсмологический архив данных и использованы для прикладных исследований, в том числе для уточнения сейсмического районирования и задач инженерной сейсмологии, а также могут быть использованы при исследовании ключевых проблем современной геодинамики и при оценках сейсмической опасности территории Азербайджана.

Литература

1. Агаларова Э. Б. Детальное исследование напряженного состояния сейсмических областей Азербайджана: Автореферат дисс. канд. геол. – мин. наук. М., 1975, 18 с.
2. Ахмедбейли Ф. С., Исаева М. И., Кадиров Ф. А., Коробанов В. В. Геодинамика неотектонического этапа Кавказского сегмента Альпийско-Гималайского орогенного пояса, 2010, Баку – 212 с.
3. Гасанов А. Г., Маммадли Т. Я., и др. Активность глубинных разломов территории Азербайджана. Каталог сейсмопрогностических наблюдений на территории Азербайджана в 2002 г. Баку 2003 г., с. 12-18
4. Геология Азербайджана, Том IV Тектоника, ред. Хаин В. Е., Ализаде Ак. А. 2005. Баку, Из-во Nafta-Press, С. 214-234.
5. Етирмишли Г. Д., Абдуллаева Р. Р. (отв. сост.), «Каталог землетрясений Азербайджана за 2003-2013 гг.» – Изд. «Элм», Баку 2013 г.
6. Етирмишли Г. Д., Казымова С. Э., Исмайлова С. С. Сравнительный анализ механизмов очагов землетрясений Южно-Каспийской впадины и континентальной части территории Азербайджана / Сейсмо-прогностические наблюдения на территории Азербайджана. Баку 2010. – С. 75-81.
7. Сычева Н. А. Исследование особенностей механизмов очагов землетрясений Северного Тянь-Шаня по данным цифровой сейсмической сети KNET, Диссертация на соискание степени к. ф.-м.н., 2004 г., 176 с.
8. Reasenber P., Oppenheimer D., 2008. FPFIT, FPLOT, and FPPAGE FORTRAN computer programs for calculating and displaying earthquake fault-plane solutions, Distributed to depository libraries on microfiche.

FEATURES OF SEISMOTECTONIC STRESS OF MINGECHEVIR RESERVOIR ACCORDING TO THE DATA OF DIGITAL SEISMIC STATIONS OF AZERBAIJAN

**G.D. Yetirmishli, Sc. Doctor (Geol.), S.E. Kazimova, Sc. Candidate (Geol),
Sh.K. Islamova**

Azerbaijan National Academy of Sciences, Republican Seismic Survey Center, Nigar Refibeyli str. 9, Baku city, Azerbaijan 1001, e-mail: sabina.k@mail.ru.

Work aims investigation of the peculiarities of the parameters of focal mechanisms of earthquakes occurring in the territory of the Middle Kur depression. The analysis was performed according to earthquake records of digital seismic stations of Azerbaijan for the period 2003-2013. Focal mechanisms are built using the program «FPFIT». It is determined that all the mechanisms at territory of Middle Kur depressions are of two types: downthrow and shift faults. On the continental part of the territory of Azerbaijan mechanisms relate to both upthrow and downthrow-shift faults.

Keywords: seismotectonics, earthquakes, seismic stations.