

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ТЕКТОНИКИ И ГЕОДИНАМИКИ
ПРИ ОНЗ РАН
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ГИН РАН)
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ им. М.В. ЛОМОНОСОВА



ТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА ЗЕМНОЙ КОРЫ И МАНТИИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ-2024

Материалы LV Тектонического совещания

Том 2

Москва
ГЕОС
2024

УДК 549.903.55 (1)

ББК 26.323

Т 76

Тектоника и геодинамика Земной коры и мантии: фундаментальные проблемы-2024. Материалы LV Тектонического совещания. Т. 2. М.: ГЕОС, 2024. 284 с.

ISBN 978-5-89118-881-5

DOI 10.34756/GEOS.2024.17.38797

Ответственный редактор

К.Е. Дегтярев

*На 1-й странице обложки:
Вид со склона г. Янусфьеллет, Шпицберген
(Фото М.А. Рогова, 2019)*

© ГИН РАН, 2024

© Издательство ГЕОС, 2024

**Тектонические аспекты
Восточно-Анатолийского (Пазарджикского)
и Эльбистанского (Чардакского) землетрясений
06.02.2023 в Турции**

Восточно-Анатолийское (Пазарджикское) землетрясение с $M_w = 7.8$ произошло 06.02.2023 в 1:17 UTC [4]. Был активизирован сегмент (361 км) Восточно-Анатолийской зоны активных левых сдвигов (EAFZ) северо-восточного простирания. В тот же день в 10:24 UTC немного севернее произошло Эльбистанское (Чардакское) землетрясение с магнитудой M_w 7.5 или 7.6 [4, 7] (рис. 1). По возникшим сейсморазрывам на протяжении 318 км по EAFZ произошли левосдвиговые смещения. Их максимальная амплитуда 8.5 м наблюдалась в 35 км севернее эпицентра. К северо-востоку от этой области левосдвиговое смещение в несколько метров выдерживается на значительном протяжении активизированного сегмента и сопровождается поднятием юго-восточного крыла на величину до 1.5 м. К юго-западу от области максимальных смещений сдвиг убывает быстрее, чем на северо-востоке активизированной части EAFZ, а вертикальная компонента смещений переменна, хотя чаще также поднято юго-восточное аравийское крыло. На крайнем юго-западе сдвиг замещается сбросами, зияющими трещинами и другими проявлениями поперечного растяжения, которые сопровождаются оползнями и, в значительной мере, являются вторичными сейсмодислокациями. Левосдвиговые смещения произошли также на северных окончаниях западной и восточной ветвей Трансформы Мертвого моря (DST), примыкающей к EAFZ с юга [2] (рис. 1).

Несмотря на то, что распределение энергии многочисленных афтершоков вдоль EAFZ в целом пропорционально распределению величин сейсмогенных смещений, подвижка по EAFZ произошла во время главного толчка. В северной части DST установлено значительное снижение количества выделенной сильными землетрясениями энергии в течение последних столетий. Мы полагаем, что накопленные в северной части DST тектонические напряжения стали важным геодинамическим источником Пазарджикского землетрясения.

¹ Геологический институт РАН, Москва, Россия

² Фиратский Университет, Элязиг, Турция

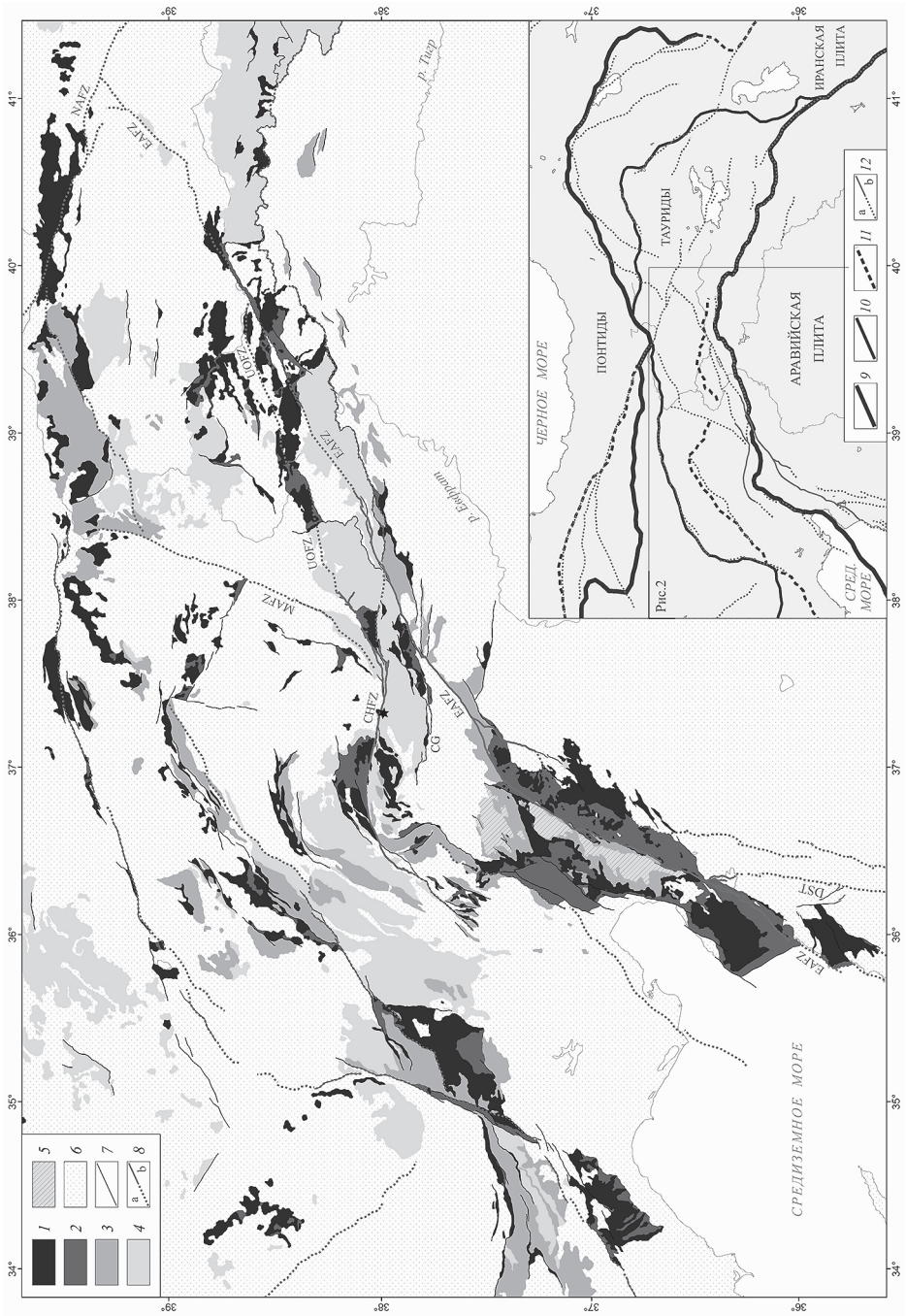


Рис. 1. Соотношение выходов кристаллического фундамента, офиолитов и активных разломов внутренних сегментов Альпийско-Гималайского пояса в Восточной Анатолии и Закавказье, по данным (Geological Map of Turkey, 2002)

1, 2 – офиолиты: 1 – обнаженные, 2 – предполагаемые под молодыми отложениями; 3 – комплекс среднетриасовых–меловых отложений; 4 – выходы метаморфического фундамента (в Тавридах – формация Малатья); 5 – нижние горизонты платформенного чехла Аравийской плиты (кембрий–ордовик); 6 – маастрихт и кайнозой; 7 – разломы; 8 – активные разломы: *a* – не затронутые 06.02.2023 г., *b* – сегменты, активизированные 06.02.2023 г.; EAFZ – Восточно-Анатолийская разломная зона; CHFZ – разломная зона Чардак; UOFZ – разломная зона Улуова; MAFZ – разломная зона Малатья; NAFZ – Северо-Анатолийская разломная зона; DST – трансформный разлом Мертвого моря. На врезке показаны сутуры Восточной Турции, Закавказья и Северо-Западного Ирана, разделяющие плиты и микроплиты. 9 – главные сутуры Измир–Анкара–Эрзинджан–Севан и Южного Тавра; 10 – сутуры, разделяющие микроплиты, расположенные между главными сутурами; 11 – предполагаемые сутуры; 12 – активные разломы (изображенные соответственно легенде к основной карте)

При Эльбистанском землетрясении активизировались смежные сегменты разломов Чардак (CHFZ) и Улуова (UOFZ) с четвертичными левосдвиговыми смещениями (рис. 1). Возникшие сейсмогенные разрывы имеют общую протяженность 190 км, из которых на 148 км проявились левые сдвиги. Их максимальная амплитуда 7.84 м зафиксирована в 8 км восточнее эпицентра. Сейсмогенные сдвиги Эльбистанского и Пазарджикского землетрясений представляют выходы их очагов на земную поверхность. По размерам очаговых зон и амплитудам сейсмогенных смещений оба землетрясения превосходят средние значения этих параметров у континентальных землетрясений сдвигового типа [8]. При этом оба очага не распространяются глубже верхней части земной коры (7–10 км).

Сейсмогенные разломы EAFZ, CHFZ и UOFZ имеют вертикальное или субвертикальное падение плоскостей и являются взресо-сдвигами, сформированными в условиях региональной обстановки сжатия и транспрессии. Данные разломы были заложены на поздних стадиях региональной коллизии и секут все развитые здесь ранее структуры пологого дечемента.

В структуре верхней части земной коры Восточной Анатолии важную роль играют породы офиолитового комплекса – в разной степени серпентинизированные перидотиты, габброиды, базальтовые лавы, поля базальтовых даек и офиолитовый меланж. Определяющими элементами мезозойско-кайнозойской тектонической зональности являются две зоны офиолитовых сатур. На севере – это восточные сегменты сатур

Измир–Анкара–Эрзинджан, которая продолжается на восток офиолитами Базумского хребта и Севано-Акеринской зоны Армении. На юге это сутура Южного Тавра, которая в западной части достигает залива Искендерун и продолжается структурами южного обрамления Кипрской дуги, а на востоке переходит в сутуру Главного надвига Загроса [1, 3, 5, 6] (рис. 1). Перед фронтом каждой из сутур выявлены обдуцированные офиолиты, а в тыловых частях сутур – тектонические окна офиолитов, перекрытых породами фундамента. Выделены также фрагменты второстепенных офиолитовых зон, разделяющих более мелкие блоки фундамента.

Офиолитовые комплексы широко распространены в районе очаговых зон обоих землетрясений, охватывая те же глубины. В распределении сейсмогенных сдвиговых смещений вдоль очаговой зоны Эльбистанского землетрясения обнаружены два максимума – в зоне Чардакского разлома с амплитудами смещений 5.7–7.84 м и в зоне разлома Улуова с амплитудами смещений 3.5–5.1 м. Оба максимума приурочены к выходам офиолитов.

Мы полагаем, что повышенные значения размеров очаговых зон и амплитуд смещений при обоих землетрясениях обусловлены реологическими особенностями офиолитов, которые выступают в роли «тектонической смазки» и увеличивают значения указанных параметров при сейсмических подвижках. Мы связываем приуроченность сейсмогенерирующего слоя в регионе и, соответственно, очаговых зон обоих землетрясений к верхней части земной коры с подъемом кровли пород с пониженными скоростями P -волн. Эти породы захватывают нижнюю часть коры, а также верхнюю мантию и интерпретируются нами как разогретые породы с пониженной прочностью.

Литература

1. Трифонов В.Г., Соколов С.Ю., Соколов С.А., Хессами Х. Мезозойско-кайнозойская структура Черноморско–Кавказско–Каспийского региона и ее соотношение со строением верхней мантии // Геотектоника. 2020. № 3. С. 55–81.
2. Челик Х., Трихунков Я.И., Соколов С.А., Трифонов В.Г., Зеленин Е.А., Каргиноглу Ю., Юшин К.И., Ломов В.С., Бачманов Д.М. Тектонические аспекты Восточно-Анатолийского землетрясения 06.02.2023 г. в Турции // Физика Земли, 2023. № 6, С. 5–23.
3. Akinci A.C., Robertson A.H.F., Ünlügenç, U.C. Sedimentary and structural evidence for the Cenozoic subduction-collision history of the Southern Neotethys in NE Turkey (Çağlayançerit area) // Intern. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch.). 2016. V. 105. P. 315–337.
4. Boğazici University Kandilli observatory. <https://bogazici.edu.tr/> (Accessed October, 2023).

5. *Hessami K., Koyi H.A., Talbot C.J., Tabasi H., Shabanian E.* Progressive unconformities within an evolving foreland fold-thrust belt Zagros Mountains // *J. Geol. Soc. London.* 2001. V. 158. P. 969–981.

6. *Sengör A.M.C., Yilmaz Y.* Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach // *Tectonophysics.* 1981. V. 75. P. 181–241.

7. USGS Earthquake Hazard Program <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000j1qa/executive> (Accessed October, 2023).

8. *Wells D.L., Coppersmith K.J.* New empirical relationship among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement // *Bull. Seismol. Soc. Amer.* 1994. V. 84. P. 974–1002.

**Я.И. Трихунков¹, Д.М. Бачманов¹, В.С. Ломов¹,
С.А. Соколов¹, Е.А. Шалаева¹, К.И. Юшин¹**

Неотектонические деформации речной сети Западного Кавказа и Предкавказья

В строении речной сети и выполняющих долины молассовых отложений Западного Кавказа и Предкавказья отразилась история неотектонического развития региона. Цифровые модели рельефа разной степени детальности и цветовой отмывки [6] позволили выявить серию фрагментов палеодолин и следов их неотектонических деформаций. Детальная био- и магнитостратиграфическая характеристика, а также датирование молассовых отложений запада Предкавказского прогиба (гавердовская и белореченская свиты) прояснили историю новейшего развития региона [4].

Известняковое плато Лагонаки на стыке высокогорного Западного (ЗК) и низкогорного Северо-Западного Кавказа (СЗК) является наиболее информативной территорией для изучения палеорельефа по причине чрезвычайно сильного развития карста. В связи с поглощением поверхностного стока и бронирующими свойствами верхнеюрских известняков, здесь законсервированы элементы древней речной сети. Наиболее ярким примером является палеодолина р. Курджипс, разбитая хребтами Мессо, Лагонакским и Гуама на несколько участков, унаследованных верховьями рек Пшеха, Цице и Курджипс. Хребты заложены в поднятых крыльях новейших Фиштинского, Лагонакского и Цицинского разломов из состава Пшехско-Адлерской зоны, разграничивающей ЗК и СЗК (рис. 1). В связи с их ростом вкрест течения

¹ Геологический институт РАН, Москва, Россия