

УДК 551.242(235)

ВОЗРАСТНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ГРУБОЙ МОЛАССЫ ВНЕШНЕГО ЗАГРОСА И МИГРАЦИЯ НОВЕЙШЕГО ОРОГЕНЕЗА

© 2001 г. Д. М. Бачманов

Геологический институт РАН, 109017, Москва, Пыжевский пер., 7

Поступила в редакцию 14.05.2001 г.

Внешний Загрос является наиболее молодой (плиоцен-четвертичной) частью новейшего орогена, развивающегося в процессе коллизии Аравийской плиты и Иранского массива Евразии. Путем литологической и палеомагнитной возрастной корреляции разрезов верхней грубой молассы вдоль поперечного профиля, пересекающего весь складчатый пояс Внешнего Загроса, исследуется история формирования продольной неотектонической зональности орогена и делается вывод о закономерном распространении деформаций в сторону передового прогиба и о последовательном смещении зоны максимальной тектонической активности в юго-западном направлении.

ВВЕДЕНИЕ

Загросская новейшая орогения является результатом коллизии Аравийской плиты и Иранского массива Евразии [1, 4]. После окончательного закрытия в олигоцене–раннем миоцене океанического бассейна Нео-Тетис коллизионные процессы особенно активно развиваются со среднего миоцена [2]. Они выражаются в интенсивных деформациях части Месопотамского передового прогиба, находившейся к юго-западу от коллизионного шва с офиолитами Нео-Тетиса (рис. 1). Эта вовлеченная в деформации область передового прогиба называется Внешним Загросом.

В новейшем орогене выделяются четыре продольных зоны – Чешуйчатая, Высокий Загрос, Низкий Загрос и Предгорная зона (см. рис. 1). Они различаются по высоте, интенсивности деформаций и степени эродированности [5]. Чешуйчатую зону характеризуют сжатые складки с многочисленными надвигами и самый глубокий эрозионный срез, говорящий о наибольшем воздымании. Высокий Загрос столь же приподнят, но надвиги развиты на глубине и редко достигают поверхности, складки разбиты на блоки и эродированы умеренно. Низкий Загрос значительно ниже, выраженных на поверхности разломов мало, складки эродированы слабо и прямо отражены в рельефе. Предгорная же зона отнесена к орогену условно – она самая низкая, разломы на поверхности почти отсутствуют, выделяются лишь отдельные пологие складки, едва тронутые эрозией.

Таким образом, наблюдается одновременно ослабление деформированности и снижение высоты орогена по направлению к передовому прогибу. В связи с этим возникают два вопроса. Первый: чем в большей степени обусловлена наблюдаемая закономерность – повышенной интенсивностью или большей длительностью деформаций в тыловых зонах орогена относительно фронтальных? Иными словами, какая из двух возможных тенденций являлась преобладающей в развитии

Внешнего Загроса – активизация всей его области одновременно, но более интенсивная в тылу орогена, или активизация разных зон происходила в разное время, но более длительное развитие тыловых зон обусловило там большую деформацию? Второй вопрос: продолжается ли активное развитие тыловых зон до настоящего времени или же главная активность постепенно смещается к передовому прогибу, оставляя за собой области высоко поднятые, но подверженные лишь эрозии? Чтобы ответить на эти вопросы, необходимо определить временной интервал активного тектогенеза и рельефообразования в разных частях орогена вдоль поперечного к нему профиля.

Поскольку возникновение и развитие в рассматриваемом регионе новейших складчато-разломных деформаций находило прямое отражение в рельефе, его высоте, степени эродированности, сносе и отложении обломочного материала, надежным индикатором начала рельефообразования служит появление в разрезе молассы ее верхних грубообломочных разностей. Здесь они представлены формацией Бахтиари, к которой традиционно относят песчано-конгломератовые отложения межгорных впадин и отчасти конусов выноса непосредственно перед фронтом орогена. В Высоком Загросе они сильно литифицированы, а в Низком более рыхлые. В Предгорной же зоне верхнюю грубую часть молассы представляют в подгорных шлейфах – песчано-гравелитовые толщи, а на удалении от гор в приморской части – грубообломочные ракушечники. Мощность формации Бахтиари во впадинах горной области достигает многих сотен метров, а в Предгорной зоне ограничивается первыми десятками метров.

Бахтиари фрагментарно и часто с несогласием залегает на формации Агаджари – нижней морской молассе, представленной пестроцветным переслаиванием глин, мергелей и рыхлых песчаников мелководно-морского или лагунного генезиса. Мощная толща Агаджари и ее верхняя, преимущественно песчаная часть, выделяемая

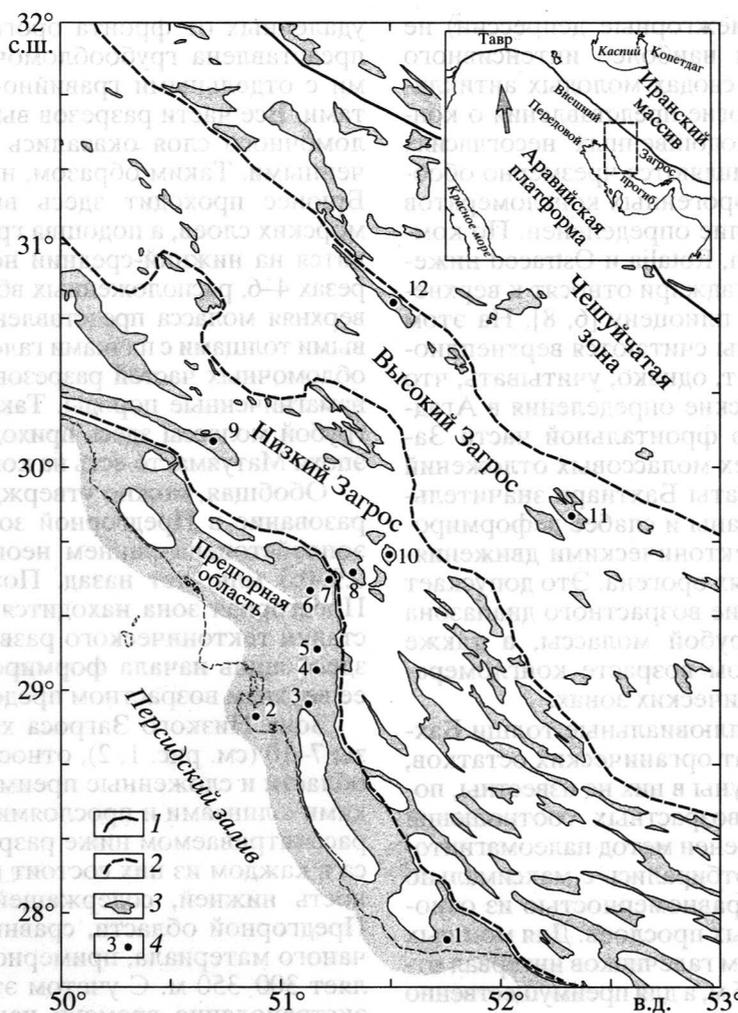


Рис. 1. Схема тектонического районирования Центральной части Внешнего Загроса.

1 – тыловой коллизионный шов; 2 – границы неотектонических зон; 3 – области распространения формации Бахтиари [6]; 4 – участки изученных разрезов. На врезке – обзорная карта с контуром рисунка 1.

в свиту Лохбати, накопились в результате сноса тонкообломочного материала со смежного орогена, первоначально охватывавшего лишь Чешуйчатую зону. В дальнейшем области накопления Агаджари стали вовлекаться в орогенез. Вследствие слабости водотоков в условиях аридного климата грубые галечные фракции практически не выносятся за пределы области рельефообразования, отлагаясь в виде предгорных шлейфов и заполнения отдельных депрессионных структур. Даже в тех случаях, когда комплексы верхней грубой молассы удавалось интерпретировать как отложения речных долин, допускавших значительных перенос обломков, в конкретных разрезах продукты удаленного переноса составляют ничтожную часть, а основную составляет материал, снесенный с соседних структурных поднятий. Поэтому переход от нижней к верхней молассе соответствует началу роста именно соседних, а не удаленных структур, получавших выражение в рельефе. Чаше, однако, появление грубых фаций

несколько отставало от начала горообразования. Связано это с тем, что в возникавших поднятиях прежде всего подвергались разрушению формация Агаджари и нижележащие рыхлые тонкообломочные отложения раннего-среднего миоцена и лишь при дальнейшем росте вовлекались в размыв более плотные известняки и песчаники, преобладающие в составе грубой фракции Бахтиари. Связь начала активного рельефообразования в области расположения изучаемого разреза с формацией Бахтиари нередко подчеркивают также угловое несогласие в ее подошве и другие признаки конседиментационных деформаций.

Несмотря на важное значение молассовых отложений как литофациального индикатора тектонического режима, изученность формаций Агаджари и особенно Бахтиари несоизмерима со структурной и стратиграфической изученностью более древних формаций, с которыми связаны залежи углеводородов и запасы подземных вод [8]. Структурная позиция главных областей накопления мо-

лассы (предгорные и межгорные депрессии) не совпадает с областями наиболее интенсивного поискового бурения на сводах молодых антиклиналей. В результате многие представления о конседиментационных и подошвенных несогласиях молассовых формаций являются чрезмерно обобщенными. Возраст синорогенных конгломератов Бахтиари также не вполне определен. По комплексу фауны *Elroidium*, *Rotalia* и *Ostracod* ниже лежащие отложения Агаджари относят к верхнему миоцену – нижнему плиоцену [6, 8]. На этом основании конгломераты считаются верхнеплиоценовыми [6, 7]. Следует, однако, учитывать, что эти редкие фаунистические определения в Агаджари производились во фронтальной части Загроса, где мощность всех молассовых отложений понижена, а конгломераты Бахтиари значительно менее консолидированы и слабее деформированы последующими тектоническими движениями, чем в тыловых частях орогена. Это допускает еще большее расширение возрастного диапазона накопления верхней грубой молассы, а также предположение о разном возрасте конгломератов в разных неотектонических зонах.

Грубообломочные аллювиальные толщи Бахтиари почти не содержат органических остатков, находки ископаемой фауны в них не известны, поэтому для уточнения возрастных соотношений разрезов нами был применен метод палеомагнитостратиграфии. Пробы отбирались с максимальной частотой и равномерностью из относительно тонкозернистых прослоев. Для мощных разрезов с преобладанием галечников интервал отбора проб составлял 5–15 м, а для преимущественно песчано-глинистых отложений он уменьшался до 1–2 м, что соответствовало и меньшим мощностям разрезов. Всего было отобрано 197 штучков, так что каждый из 11 опробованных разрезов охарактеризован 15–25 пробами. В результате палеомагнитных определений, выполненных в лаборатории палеомагнетизма Геологического института РАН Г.З. Гурарием, В.М. Трубихиным и О.А. Крежевских, установлен знак первичной намагниченности большинства образцов, а в разрезах выделены интервалы прямой и обратной полярности. На основе сопоставления этих интервалов с магнитохронологической шкалой [3] оценивался возраст разных членов каждого разреза и проводилась их корреляция.

ХАРАКТЕРИСТИКА И КОРРЕЛЯЦИЯ РАЗРЕЗОВ

В данной статье используется рекомендованная МСК в 1999 г. схема деления плейстоцена (1.8–0.01 млн. лет) на эоплейстоцен, а также нижний, средний и верхний неоплейстоцен с границами на рубежах, соответственно, около 0.8, 0.44 и 0.1 млн. лет.

Предгорную область Загроса характеризуют разрезы 1–6 (рис. 2, см. рис. 1). В разрезах 1–3,

удаленных от фронта орогена, верхняя моласса представлена грубообломочными ракушечниками с отдельными гравийно-галечными горизонтами. Все части разрезов выше первого грубообломочного слоя оказались нормально намагниченными. Таким образом, нижняя граница эпохи Брюнес проходит здесь внутри нижележащих морских слоев, а подошва грубой молассы приходится на нижний-средний неоплейстоцен. В разрезах 4–6, расположенных вблизи фронта орогена, верхняя моласса представлена песчано-гравелитовыми толщами с пачками галечника. В низах грубообломочных частей разрезов появляются обратно намагниченные породы. Таким образом, подошва грубой молассы здесь приходится на самые верхи эпохи Матуяма, то есть на конец эоплейстоцена.

Обобщая, можно утверждать, что рельефообразование в Предгорной зоне началось в конце эоплейстоцена–раннем неоплейстоцене, то есть 0.9–0.5 млн. лет назад. Поэтому очевидно, что Предгорная зона находится на самой начальной стадии тектонического развития, грубая моласса здесь лишь начала формироваться и говорить о ее верхнем возрастном пределе не имеет смысла.

Зону Низкого Загроса характеризуют разрезы 7–10 (см. рис. 1, 2), относящиеся уже к горной области и сложенные преимущественно галечниками с линзами и прослоями песчаников. Как и в рассматриваемом ниже разрезе 11, грубая моласса в каждом из них состоит из двух частей. Мощность нижней, содержащей, подобно разрезам Предгорной области, сравнительно больше песчаного материала, примерно одинакова и составляет 300–350 м. С учетом этого была проведена экстраполяция времени начала отложения грубой молассы в разрезах 7 и 10, залегающих с глубоким размывом на древних породах. Оба эти разреза располагаются в непосредственной близости от крупных разломных зон, которые в процессе формирования складчатости были областями концентрации движений и особенно интенсивного рельефообразования. Активные приразломные деформации, вероятно, и обусловили неотложение или последующий размыв нижних песчаных частей двух указанных разрезов. На нестабильный режим развития указывают аномально грубообломочные глыбовые и почти не сортированные отложения разреза 11, содержащие при этом отдельные линзовидные прослои песчано-глинистых пород озерного типа. Разрез 7, кроме того, занимает особое положение, располагаясь непосредственно на фронтальной границе Низкого Загроса. Вследствие этого активизация данного участка, вероятно, произошла позднее других в этой зоне, что находит подтверждение и при палеомагнитной корреляции разрезов (см. рис. 2).

Во всех разрезах Низкого Загроса имеется крупный интервал обратной намагниченности, несомненно, соответствующий эпохе Матуяма. В разрезе 7 он занимает нижнюю половину, в разрезе 8 – наибольшую среднюю часть, а в разрезах 9 и 10 –

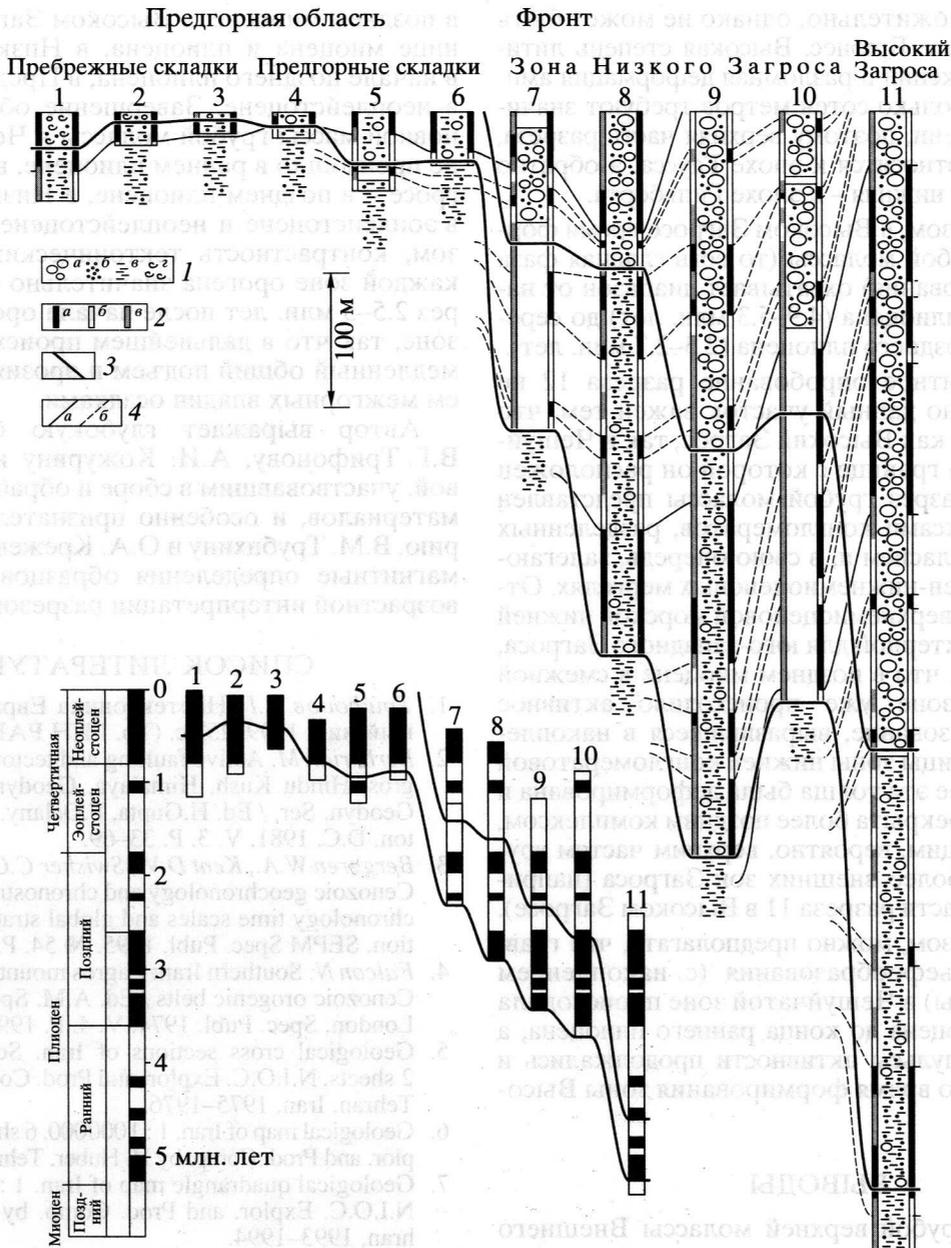


Рис. 2. Литологическая и возрастная корреляция разрезов грубой молассы Внешнего Загроса (вверху) и схема возрастного соотношения разрезов (внизу).

1 – отложения: а – галечные, б – песчаные, в – глинистые, г – органогенно-обломочные; 2 – интервалы с различной намагниченностью пород: а – прямой, б – обратной, в – неопределенной; 3 – подошва грубой молассы (нижняя линия) и граница ее нижней и верхней частей; 4 – границы интервалов различной намагниченности: а – палеомагнитных эпох, б – эпизодов (предполагаемые).

верхние части. Таким образом, на фронтальной границе Низкого Загроса грубая моласса начала отлагаться не позднее середины эпохи Матуяма (начало эоплейстоцена), а во внутренней части зоны подошва Бахтиари приходится на раннюю-среднюю часть эпохи Гаусса (низы позднего плиоцена). Кровля же разрезов грубой молассы во фронтальной части Низкого Загроса относится к началу эпохи Брюнес (начало неоплейстоцена), а в тыловых частях этой зоны – к концу эпохи Матуяма (конец эоплейстоцена).

Итак, в зоне Низкого Загроса накопление основной массы грубообломочных отложений (то есть самое активное рельефообразование) происходило в интервале времени от начала-середины позднего плиоцена (2.3–3.1 млн. лет) до конца эоплейстоцена-начала неоплейстоцена (0.7–1.2 млн. лет).

Высокий Загрос характеризует разрез 11 (см. рис. 2), расположенный в синклинали, впоследствии поднятой в виде горста на 600–800 м над поверхностью современной межгорной депрессии. Верхняя часть изученного фрагмента разреза на-

магнитна положително, однако не может быть отнесена к эпохе Брунес. Высокая степень литификации отложений и разломная деформация амплитудой в несколько сотен метров требуют значительного времени, поэтому верхняя часть разреза, скорее всего, относится к эпохе Гаусса, а обратно намагнитенная нижняя – к эпохе Гильберта.

Таким образом, в Высоком Загросе время формирования грубой молассы (то есть главная фаза рельефообразования) охватывает диапазон от начала раннего плиоцена (4.9–5.3 млн. лет) до середины–конца позднего плиоцена (2.3–2.7 млн. лет).

Палеомагнитное опробование разреза 12 не проводилось, но данный участок важен тем, что характеризует как Высокий Загрос, так и Чешуйчатую зону, на границе с которой он расположен (см. рис. 1). Разрез грубой молассы представлен двумя комплексами конгломератов, разделенных угловым несогласием и, в свою очередь, залегающих на олигоцен-нижнемиоценовых мергелях. Отсутствие здесь верхнемиоценовой морской нижней молассы, характерной для юго-западного Загроса, говорит о том, что в позднем миоцене в смежной Чешуйчатой зоне уже происходило активное структурообразование, выразившееся в накоплении вдоль границы зоны нижней конгломератовой толщи. Позднее эта толща была деформирована и несогласно перекрыта более поздним комплексом, соответствующим, вероятно, верхним частям грубой молассы более внешних зон Загроса (например, верхней части разреза 11 в Высоком Загросе).

Таким образом, можно предполагать, что главная фаза рельефообразования (с накоплением грубой молассы) в Чешуйчатой зоне происходила с позднего миоцена до конца раннего плиоцена, а отдельные импульсы активности продолжались и позднее, уже во время формирования зоны Высокого Загроса.

ВЫВОДЫ

Подосва грубой верхней молассы Внешнего Загроса омолаживается к юго-западу, что отражает распространение деформаций и орогенеза в сторону передового прогиба, происходившее с конца миоцена до настоящего времени. В Чешуйчатой зоне грубая моласса начала формироваться

в позднем миоцене, в Высоком Загросе – на границе миоцена и плиоцена, в Низком Загросе – в начале позднего плиоцена, в Предгорной зоне – в неоплейстоцене. Завершение образования основной массы грубой молассы в Чешуйчатой зоне произошло в раннем плиоцене, в Высоком Загросе – в позднем плиоцене, в Низком Загросе – в эоплейстоцене и неоплейстоцене. Таким образом, контрастность тектонических движений в каждой зоне орогена значительно снижается через 2.5–3 млн. лет после начала орогенеза в этой зоне, так что в дальнейшем происходит лишь ее медленный общий подъем и эрозия с заполнением межгорных впадин осадками.

Автор выражает глубокую благодарность В.Г. Трифонову, А.И. Кожурину и Т.П. Ивановой, участвовавшим в сборе и обработке полевых материалов, и особенно признателен Г.З. Гурарию, В.М. Трубахину и О.А. Крежевских за палеомагнитные определения образцов и помощь в возрастной интерпретации разрезов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трифонов В.Г. Неотектоника Евразии. М.: Научный мир, 1999. 252 с. (Тр. ГИН РАН, вып. 514).
2. Berberian M. Active faulting and tectonics of Iran // *Zagros, Hindu Kush, Himalaya, Geodynamic Evolution*. Geodyn. Ser. / Ed. H.Gupta, F.Delany. AGU, Washington, D.C. 1981. V. 3. P. 33–69.
3. Berggren W.A., Kent D.V., Swisher C.C. et al. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy // *Geochronology time scales and global stratigraphic correlation*. SEPM Spec. Publ. 1995. № 54. P. 129–212.
4. Falcon N. Southern Iran: Zagros mountains // *Mesozoic-Cenozoic orogenic belts* / Ed. A.M. Spencer. Geol. Soc. London, Spec. Publ. 1974. V. 4. P. 199–211.
5. Geological cross sections of Iran. Scale 1 : 500000. 2 sheets. N.I.O.C. Explor. and Prod. Comp. by H. Huber. Tehran, Iran, 1975–1976.
6. Geological map of Iran. 1 : 1000000. 6 sheets. N.I.O.C. Explor. and Prod. Comp. by H. Huber. Tehran, 1977–1978.
7. Geological quadrangle map of Iran. 1 : 250000. Series., N.I.O.C. Explor. and Prod. Comp. by M. Fakhari. Tehran, 1993–1994.
8. James G.A., Wind J.G. Stratigraphic nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area // *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 1965. V. 49. № 12. P. 2182–2245.

Рецензенты: Ю.Г. Леонов, М.Л. Копн

Age Zoning of Coarse Molasse in the Outer Zagros and Migration of the Recent Orogeny

D. M. Bachmanov

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Pyzhevskii per. 7, Moscow, 109017 Russia

Abstract—The Outer Zagros is the youngest (Pliocene-Quaternary) part of a recent orogen, whose development was induced by collision between the Arabian plate and the Iranian massif of Eurasia. The origin of the longitudinal neotectonic zoning of the orogen is deduced from lithological and paleomagnetic age correlations among the upper coarse molasse sections described along the transverse profile of the Outer Zagros fold belt. The obtained data indicate a gradual strain propagation towards the foredeep and a consecutive southwesterly shift of the peak tectonic activity zone.