

ББК 26.323
Т 67
УДК 549.903.55(1)

**Области активного тектоногенеза в современной и древней истории Земли. Материалы XL Тектонического совещания. Том 2. – М.: ГЕОС, 2007 – 408 с.
ISBN 5-89118-114-2**

Материалы совещания опубликованы при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Программы Президиума РАН «Поддержка молодых ученых»

Ответственный редактор
Ю.В.Карякин

На обложке: Архипелаг Франца-Иосифа. Остров Земля Александры. Залив Дежнева. Комплекс параллельных даек. Фото Ю.В.Карякина, 2006 г.

ББК 26.323

© ГИН РАН, 2007
© ГЕОС, 2007

Первый опыт построения трехмерной модели структуры области линейной складчатости на основе количественных параметров деформации (на примере Северо-Западного Кавказа)

Большое число вопросов, имеющих отношение к расшифровке структуры и истории развития, а также к проблеме генезиса (геодинамики) областей линейной складчатости связано с моделями, дающими ту или иную интерпретацию их строения (например, модели А.Робинсона [5] и С.И.Догдуева). Однако геометрия структуры в этих моделях не учитывает необходимость сохранения объема осадочного чехла.

Для создания численной модели строения такого района была использована идеология последовательного определения численных параметров деформации разномасштабных структур, от мелкого (определение внутрислойных деформаций в образцах пород методами стрейн-анализа) до крупных – тектонических зон и мегантиклинорий [3].

Складчатость Северо-Западного Кавказа (СЗК) хорошо изучена детальными структурными профилями (рисунок), составленными Е.А.Рогожиным [2] и Т.В.Гиоргобиани [1]. Для сбора материала и его анализа каждый профиль делился на несколько доменов (участков складчатости) примерно одинаковой длины вдоль профиля, составляющей от 5 до 25 % от мощности всего чехла, в нашем случае – от 0,5 до 4 км при средней величине 1–1,5 км. Основные требования к их морфологии – единообразные углы схождения крыльев складок, наклона осевых плоскостей и однонаправленный наклон зеркала складок. Разрывы используются как границы доменов. Для СЗК в каждом из профилей А – Е количество доменов составило от 15 до 33. В каждом домене делались замеры наклонов осевых плоскостей складок, наклонов зеркала складок, угол схождения крыльев складок (пересчитывается в величину сокращения), длина и наклон отрезка профиля [3, 4].

Поскольку перечисленные замеры позволяют оценить параметры эллипса (эллипсоида) деформаций для домена [6], то появляется возможность вернуть к исходному (доскладчатому) состоянию слоистость и отрезок линии профиля. Для этого каждый домен поворачивается до горизонтального положения зеркала складок, сдвигается (простой сдвиг) вдоль слоистости до вертикального положения осевой плоскости и растягивается (чистый сдвиг) до исчезновения складок. При этих кинематических процедурах отрезок линии профиля испытывает те же изменения геометрии (углов наклона и длины), что и домен. В результате отрезок новой длины занимает в горизонтальной слоистой толще наклонное положение, т.е. возникают приращения длины и высоты («стратиграфической») к «входной» точке домена.

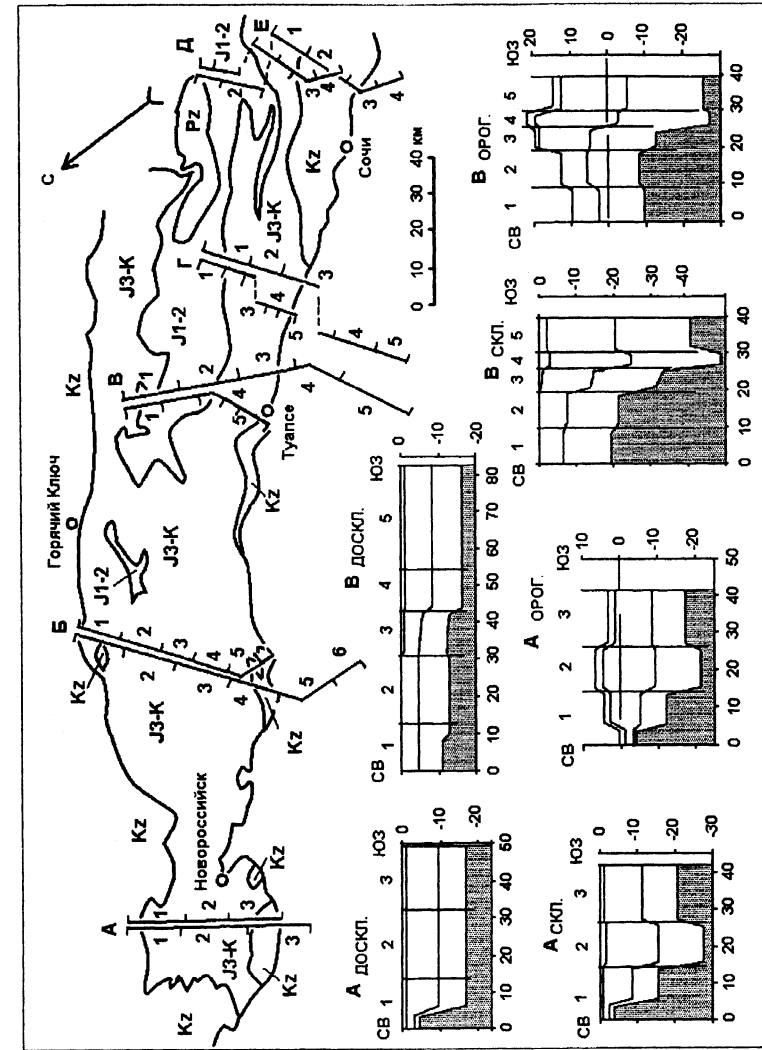


Рисунок. Расположение использованных профилей на схематической геологической карте Северо-Западного Кавказа (А, Б – Т.В.Гиоргобиани [1], В – Е – Е.А.Рогожин [2]). Показаны современные и доскладчатые положения с ячейками и их номерами. Внизу для двух профилей даны реконструкции доскладчатого чехла, складчатой (P₂/P₃) структуры и современной орогенной структуры (для юрских, меловых и палеогеновых подразделений)

¹ Институт физики Земли (ИФЗ) РАН, Москва, Россия

Если есть разрыв, то его плоскость рассматривается как часть домена и определяется ее начальный наклон. Вертикальная амплитуда определяется по разнице в «стратиграфической высоте» соседних блоков на линии профиля, а наклон определяет амплитуду горизонтальную. Весь доскладчатый профиль строится объединением доскладчатых доменов. Он является основой для построения балансируемого разреза современной структуры линейной складчатости, охватывающего весь осадочный чехол, в котором должен сохраняться его объем (или площадь поперечного сечения). Для определения «стратиграфической высоты» «входных» точек каждого домена составлялись колонки, в которых за ноль принималась подошва майкопской (P_3-N_1) свиты, а глубина подошвы последующих подразделений вычислялась путем прибавления их мощности к суммарной глубине колонки. Если мощности толщ были неизвестны, например, юрских отложений в западной части района (профили А и Б), то они экстраполировались из соседних тектонических зон.

В каждом профиле домены объединялись в «структурные ячейки», ширина которых должна примерно соответствовать мощности всего чехла [4]. Результаты вычислений показали, что доскладчатая ширина структур СЗК по этим пересечениям составляла от 50 до 85 км, глубины кровли фундамента – от 3-6 до 17 км. Для всех ячеек была определена величина поперечного укорочения (таблица). Максимум сокращения структур наблюдается в центральной части СЗК как по простиранию, так и вкрест простирания, что примерно соответствует оси прогиба. Кроме этого, существует локальный максимум величин укорочения (и мощности чехла) в южной части профилей Б и В. В восточной части СЗК южные параплатформенные ячейки (Е3–Е5) характеризуются минимальным сокращением. Для каждой ячейки в соответствии с величиной сокращения были вычислены новые мощности чехла. Поскольку в первом приближении основная складчатость (начало олигоцена) завершилась до начала горообразования (верхи миоцена, сармат), каждая такая величина примерно составляет глубину залегания фундамента для этого времени (от - 4 до - 49 км). Для построения орогенной (современной) структуры каждая ячейка затем смещалась вверх так, чтобы ее соответствующий современной структуре «стратиграфический уровень» попал на высоту рельефа (см. таблицу, рисунок, нижняя часть). Глубина залегания фундамента для современной структуры местами значительно превышает значения 5–10 км, характерные для традиционных [5] моделей, доходя местами до 18–25 км (А2, Б4, В4, В5) и даже до 32 км (Б6). Как видно по распределению глубин фундамента и величин сокращения (см. таблицу), не существует возможности провести зону А-субдукции, характерную для традиционных моделей коллизионных зон, через все профили сквозным образом. Кроме глубины кровли фундамента были получены амплитуды поднятия в виде условной высоты рельефа в условиях отсутствия деформаций и эрозии (для кровли эоцена и для вышележащих отложений). Для ячеек

Современные и доскладчатые длины линий профиля через ячейки и профили, величины поперечного укорочения ячеек и профилей и положение (глубина) основных стратиграфических подразделений для этапов доскладчатого, постскладчатого (P_2/P_3) и современного (орогенного)

Профиль, ячейка	L соврем., км,	L доскладч., км,	Сокращение (Lсов/Lдоскл.)	P декл. подошва	P скл. подошва	P орог. подошва	K ₁₊₂ декл. подошва	K ₁₊₂ скл. подошва	K ₁₊₂ орог. подошва	J ₁₊₂ декл. кровля фонд.	J ₁₊₂ скл. кровля фонд.	J ₁₊₂ орог. кровля фонд.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A1-1*				-0,9	-0,8	-1,0	-3,0	-2,9	-3,0	-3,9	-3,6	-3,8
A1	14,5	13,5	1,07	-0,9	-0,8	2,9	-9,5	-8,8	-5,0	-17,0	-15,8	-12,1
A2	11,7	18,8	0,62	-0,9	-1,5	4,6	-9,5	-15,2	-9,2	-17,0	-27,3	-21,2
A3	15,4	17,4	0,88	-0,9	-1,1	1,6	-9,5	-11,3	-8,5	-17,0	-20,2	-17,5
A	41,7	49,8	0,84									
Б1-1*				-1,2	-1,6	1,0	-5,6	-7,3	-4,7	-13,1	-17,0	-14,5
Б1	10,1	13,1	0,77	-1,2	-1,6	1,0	-6,7	-8,7	-6,1	-14,2	-18,4	-15,9
Б2	10,7	13,7	0,78	-1,2	-1,5	5,2	-7,2	-9,2	-2,5	-14,2	-18,8	-12,1
Б3	9,5	15,2	0,63	-1,2	-1,9	9,4	-9,6	-15,2	-4,0	-17,1	-27,1	-15,9
Б4	9,7	15,1	0,64	-1,2	-1,9	6,1	-9,6	-15,0	-7,0	-17,1	-26,7	-18,8
Б5	10,8	15,7	0,69	-1,2	-1,7	4,5	-9,6	-13,9	-7,7	-17,1	-24,8	-18,5
Б6	4,5	9,5	0,47	-1,2	-2,6	2,1	-9,6	-20,4	-15,7	-17,1	-36,4	-31,7
Б	55,3	82,3	0,67									
В1	9,7	14,4	0,67	0	0	9,5	-4,5	-6,7	2,7	-12,8	-19,1	-9,7
В2	10,0	16,3	0,61	0	0	12,8	-4,5	-7,4	5,4	-12,8	-21,0	-8,2
В3	5,9	15,1	0,39	-0,4	-1,0	18,4	-5,6	-14,5	4,9	-12,7	-32,5	-13,1
В4	4,4	13,2	0,33	-1,0	-2,9	18,9	-8,0	-24,2	-2,5	-16,1	-48,8	-27,0
В5	9,3	23,3	0,40	-1,0	-2,4	12,4	-8,0	-20,0	-5,3	-16,1	-40,3	-25,5
В	39,4	82,4	0,48									
Г1	7,5	13,3	0,56	0,1	0	10,4	-3,2	-5,4	5,0	-8,5	-15,1	-4,7
Г2	6,4	8,7	0,74	0	0	10,0	-4,5	-5,9	4,2	-11,5	-15,1	-5,1
Г3	9,7	14,6	0,67	-1,0	-1,4	8,7	-8,0	-11,9	-1,9	-16,1	-24,0	-13,9
Г4	7,0	12,7	0,55	-2,5	-4,5	7,4	-6,3	-11,4	0,5	-10,8	-19,5	-7,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Г5	4,5	9,2	0,49	-2,5	-5,1	6,8	-6,3	-12,8	-0,9	-10,8	-21,9	-10,0
Г	35,1	58,4	0,60									
Д1	3,4	6,6	0,51	-0,2	-0,4	13,9	-3,3	-6,4	7,9	-8,8	-17,2	-2,9
Д2	8,1	10,5	0,77	-1,0	-1,2	14,2	-8	10,4	5,1	-14,5	-18,8	-3,4
Д	11,4	17,1	0,67									
Е1	3,7	10,1	0,37	-2,5	-6,8	12,4	-6,3	-17,0	2,2	-9,8	-26,4	-7,2
Е2	4,4	6,7	0,65	-2,5	-3,8	4,8	-6,3	-9,7	-1,0	-10,8	-16,5	-7,9
Е3	5,5	6,9	0,80	-2,5	-3,1	3,8	-6,3	-7,9	-0,9	-10,8	-13,4	-6,5
Е4	7,4	8,9	0,83	-1,8	-2,1	0,8	-3,6	-4,4	-1,5	-7,6	-9,1	-6,3
Е5	6,4	7,6	0,84	-1,5	-1,7	0,3	-3,3	-4,0	-2,0	-7,3	-8,7	-6,7
Е	27,3	40,1	0,68									

*Для профилей А и Б северная часть северной ячейки с уменьшенными мощностями отложений показана отдельно

1

В3, В4 и Е1 эта высота составляла до 19–21 км. Заметим, что такие построения позволяют произвести оценку объема размытых пород СЗК.

Работа выполнена при финансовой поддержке по программе № 6 фундаментальных исследований ОНЗ РАН «Геодинамика и механизмы деформирования литосферы».

Литература

1. Гиоргобиани Т.В., Закарая Д.П. Складчатая структура Северо-Западного Кавказа и механизм ее формирования. Тбилиси: Мещниереба, 1989. 60 с.
2. Шолло В.Н., Рогожин Е.А., Гончаров М.А. Складчатость Большого Кавказа. М.: Наука, 1993. 192 с.
3. Яковлев Ф.Л. Исследования процессов и механизмов развития пликативных деформаций в земной коре (обзор существующих методических подходов) // Тектонофизика сегодня. М.: ОИФЗ РАН, 2002. С. 311–332.
4. Яковлев Ф.Л. О построении рельефа поверхности раздела чехол-фундамент Большого Кавказа на основе определения величин сокращения складчатых структур // М.: ГЕОС. 2006. С. 411–415 (Материалы XXXIX Тектонич. совещ. Т. 2).
5. Robinson, A.G., Rudat, J.H., Banks, C.J., Wiles, R.L.F. Petroleum geology of the Black Sea // Marine and petroleum Geology. 1996. N 13, N2. P. 195–223.
6. Yakovlev F.L., Voitenko V.N. Application of the deformation tensor conception for the estimation of deformations in different-scale folded structures // Regularity of structure and evolution of geospheres. Vladivostok, 20–25 September 2005. P. 66–69.

О соотношении поля тектонических напряжений и поля деформаций (на примере Воронцовского покрова, Северо-Западный Кавказ)

Механизмы деформирования геологических тел в целом определяются двумя способами. Первый использует поля тектонических напряжений. Для этого описывается внутренняя структура, дается описание сил как внутренних, так и приложенных на границах тела и на основе моделирования выявляется характерное поле напряжений. Сопоставление поля тектонических напряжений природной структуры с модельными полями позволяет сделать аргументированный вывод. Для таких работ, в частности, используются широко распространенные данные о механизмах землетрясений и смещения по трещинам скальвания. Второй использует поля перемещений (или поля деформаций), которые изучаются так же и в модельных структурах. Для процедур сравнения в природных структурах должен быть собран материал по деформациям в образцах пород (стрейн-анализ) или по деформациям складок (изгибов пластов пород). Работы такого рода распространены значительно меньше по причине неразработанности методов и особенностей исходного материала, который не обязательно может встречаться в необходимом количестве. Хотя оба способа часто дают достаточно определенный результат, могут существовать различия, и возможность сравнения таких результатов для одного объекта представляет значительный интерес.

Воронцовский покров расположен в пределах субплатформенной Абхазо-Рачинской тектонической зоны, занимающей позицию южнее основных тектонических зон Большого Кавказа, территориально – в районе г. Сочи. Верхняя часть отложений Абхазо-Рачинской зоны, перекрытая телом Воронцовского аллохтона, представлена глинистыми отложениями сочинской свиты олигоценного возраста. Изученная часть покрова находится в его фронтальной части и выполнена отложениями эоценовой майской свиты, представленными флишевым чередованием аргиллитов и алевролитов, в некоторых пачках – толстослоистых песчаников. Мощности ритмов составляют от первых сантиметров при минимальном количестве алевролитов до 1–2 м для пачек с песчаниками. Вместе с вышележащими отложениями навагинской свиты общая мощность верхней части Воронцовского покрова составляет 1,3–1,5 км. Амплитуда перемещения из корневой зоны покрова (из Чвежипсинской структурно-фациальной зоны) составила около 10–15 км. Изученная часть структуры представлена моноклиналью, падающей на север–северо-восток. Крупные складки в обнажениях встречены не были, а редкие разломы были представлены субвертикальными и в основном широтными зонами дробления. Структу-

¹ Институт физики Земли (ИФЗ) РАН, Москва, Россия

² Геологический факультет Московского государственного университета (МГУ), Москва, Россия

<i>Шерман С.И.</i> Современная геодинамика разломов литосферы: новые закономерности и их вероятная природа.....	366
<i>Шитлов Э.В., Разницын Ю.Н.</i> Тектоногеодинамическая эволюция континентальных окраин Арктики в условиях распада вегенеровской Пангеи и молодого океанообразования.....	370
<i>Шкодзинский В.С.</i> Горячая гетерогенная аккреция Земли.....	376
<i>Шкодзинский В.С., Зедгенизов А.Н.</i> Эволюция геологических процессов в истории Земли в свете модели ее горячего образования.....	379
<i>Щипанский А.А., Конюков А.Н.</i> Геодинамика формирования ранней архейской континентальной коры: горячие мантийные плюмы, холодная литосфера?.....	382
<i>Эрнст Р.Е., Вингейт М.Т.Д., Бучан К.Л., Ли З.</i> Глобальные характеристики крупных магматических провинций в ходе эволюции суперконтинента Родинии (1600–700 млн лет).....	386
<i>Эрнст Р.Э., Пиз В., Пучков В.Н., Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Гамильтон М.</i> Геохимическая характеристика докембрийских магматических серий на юго-западной окраине Восточно-Европейского кратона, Южный Урал, Россия.....	387
<i>Юркова Р.М., Воронин Б.И.</i> Подъем офиолитовых диапиров и нефтегазообразование в предостроводужных палеозонах.....	388
<i>Яковлев Ф.Л.</i> Первый опыт построения трехмерной модели структуры области линейной складчатости на основе количественных параметров деформации (на примере Северо-Западного Кавказа).....	392
<i>Яковлев Ф.Л., Сим Л.А.</i> О соотношении поля тектонических напряжений и поля деформаций (на примере Воронцовского покрова, Северо-Западный Кавказ).....	397