

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 551.7 (477.75)

Н.С. Фролова<sup>1</sup>, А.В. Спиридонов<sup>2</sup>, Х. Гуал Перес<sup>3</sup>, О.В. Перепечина<sup>4</sup>

## ПОДВОДНО-ОПОЛЗНЕВАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ В ТАВРИЧЕСКОЙ СЕРИИ (ГОРНЫЙ КРЫМ)

Предложен новый подход к решению дискуссионной проблемы происхождения складок 2-го порядка во флишевых слоях таврической серии Горного Крыма. Изучены признаки деформации неконсолидированных осадков, морфология складок и их комплексов. Сделаны массовые замеры шарниров складок и директивных подошвенных знаков, показывающих ориентировку палеосклона. Замеры обработаны в программе Stereonet и нанесены на карту. Анализ полученных данных и сравнение с принятыми в настоящее время моделями слампинга показали, что изученные складки имеют подводно-оползневую природу.

*Ключевые слова:* дисгармоничные складки, слампинг, палеосклон, таврическая серия, Горный Крым.

We propose a new approach to solve the controversial problem of generation of second-order folds in the Tauric group flysch in the Crimea Mountains. Had been studied soft-sediment deformation, the morphology of these folds and their complexes. A large number of measurements of fold hinges and stratigraphic indicators of current direction had been taken. All the taken measurements had been analyzed with stereonet-based program and plotted on a map. Results of the analysis and the comparison with the currently accepted models of slump formation indicate that the studied folds have subaqueous slump character.

*Key words:* disharmonic folds, slumping, paleoslope, Tauric group, The Crimea Mountains.

**Введение.** Таврическая серия слагает комплекс основания (триас—верхняя юра) Горного Крыма и перекрыта комплексом чехла (мел—эоцен). Ее структура представляет собой моноклинали мощностью до нескольких сотен метров с разным углом наклона, в том числе опрокинутые, местами осложненные мелкими складками (складки 2-го порядка). Конкретное строение и механизм формирования крупной структуры описаны лишь в общих чертах и дискуссионны из-за отсутствия стратиграфической расчлененности и широкомасштабных детальных исследований. Однако и складчатость 2-го порядка изучена лишь на локальных участках, причем с применением какого-либо одного метода. Эту складчатость чаще всего связывают с покровообразованием [Милеев и др.; 2009, Тевелев и др., 2013], реже — с подводно-оползневыми процессами (слампингом) [Муратов, 1960; Фролов, 1998]. Проблема осложняется тем, что существует конвергенция признаков складок, сформировавшихся в указанных условиях, вследствие сходства геодинамической (механической) обстановки структурообразования. Однако нельзя не согласиться с В.Т. Фроловым [1998] в том, что невозможно выявить собственно тектоническую складчатость, не исследо-

вав и не вычленив первичную, синседиментационную, оползневую.

Нами предпринята попытка использовать, насколько это возможно, индикаторы подводно-оползневой складчатости, описанные в литературе, для суждения о природе складчатости 2-го порядка в таврической серии. Работа проводилась в 2013 г. вблизи с. Прохладное (Бахчисарайский район) и в бухте Лазурная около Алушты.

**Индикаторы складчатости.** *Морфология и расположение в разрезе складок 2-го порядка.* Размеры складок — от  $n \cdot 10$  см до  $n \cdot 10$  м, а их ансамбли местами имеют протяженность  $n \cdot 100$  м. Складки асимметричные, наклонные, опрокинутые, лежащие, иногда грибообразные и спиралевидные. Характерны резкая дисгармония, не связанная со строением разреза, и парагенез со взбросами и надвигами (рис. 1). Ориентировка шарниров самая разнообразная. Такие особенности складок характерны для подводно-оползневой складчатости, однако, как правило, не являются ее прямыми индикаторами.

Местами в районе исследований видно, что складчатые пакеты имеют границы, параллельные вмещающим их моноклинально залегающим слоям. Это

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, вед. науч. с., канд. геол.-минерал. н.; *e-mail:* n.s.frolova@mail.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, науч. с.; *e-mail:* avspir@mail.ru

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, аспирант; *e-mail:* juangual@gmail.com

<sup>4</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, студентка; *e-mail:* perepetchina@yandex.ru

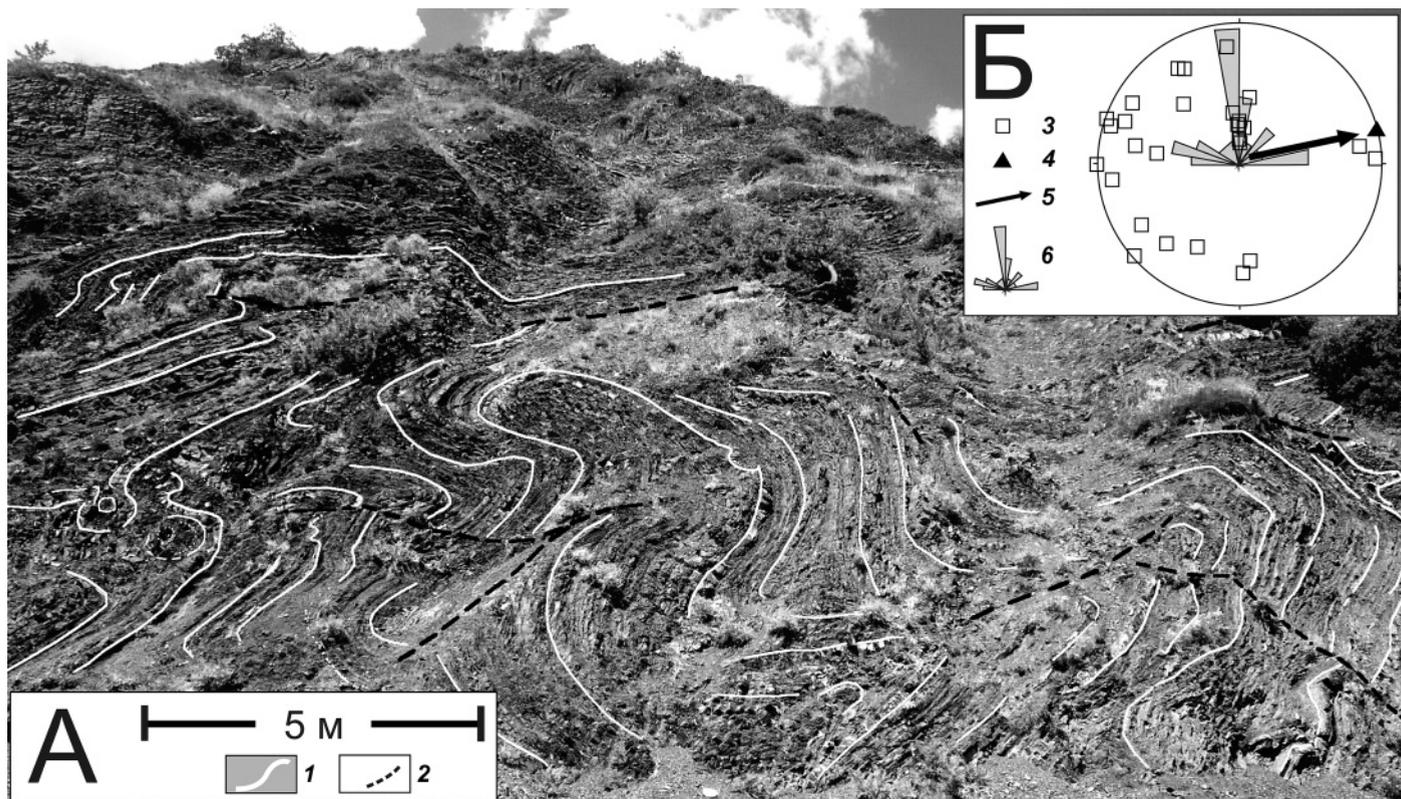


Рис. 1. Складчатость в районе бухты Лазурная: А — фрагмент обнажения, Б — сравнение ориентировки шарниров складок и палеосклона на всем обнажении:

1 — слоистость, 2 — разрывы, 3 — шарниры складок на стереограмме, 4 — ориентировка палеотечения, 5 — падение палеосклона, 6 — роза-диаграмма ориентировок шарниров

прямой индикатор слампинга, но характер обнаженности не позволяет наблюдать такие соотношения повсеместно.

*Деформация мягких, слабо- или нелитифицированных слоев.* В складки смяты слои с признаками разжижения и флюидизации (например, flame-structures), характерными для нелитифицированных осадков. Слои песчаников полностью или частично дезинтегрированы в результате этих процессов, усиленных растяжением, которое неизбежно в верхней части слампа. В результате еще до складчатости формируются структуры, сходные с будинами. Наблюдалась тесная ассоциация в пространстве складок и так называемых будин. Описаны ситуации, когда слои в замках складок облекают будины, что невозможно при тектонических деформациях.

*Закономерная ориентировка шарниров складок в пространстве* служит, согласно современным представлениям, одним из надежных критериев слампинга. В средней части слампа шарниры перпендикулярны простиранию палеосклона или ориентированы косо к нему (рис. 2). Это следует из кинематической модели [Ortner, 2007], представлений о неизбежности формирования конических складок на участках с наибольшей компонентой простого сдвига [Alsop, Marco, 2011] и подкреплено природными экспериментами [Lajoie, 1972]. В нижней части слампа преобладают цилиндрические складки с шарнирами, параллель-

ными палеосклону (рис. 2). Чтобы воспользоваться этим критерием, мы провели массовые замеры шарниров складок, а также элементов залегания крыльев складок с последующим вычислением их шарниров. Данные о шарнирах (77 замеров) обработаны в программе Stereonet. Ориентировку палеосклона мы определяли с помощью замеров отпечатков желобков (31 замер), указывающих направление течений, однозначно связанных с положением склона. Эти замеры обработаны в той же программе. Все полученные данные нанесены на карту.

Выяснилось, что на участке вблизи с. Прохладное (овраг Яман и плато Патиль) шарниры складок ориентированы преимущественно вдоль падения палеосклона, т.е. на восток-северо-восток (рис. 3). В то же время существует некоторый разброс ориентировки шарниров, как это и должно быть, согласно рассмотренной выше модели. В районе балки Донузоран, расположенной на 3 км восток-северо-восточнее с. Прохладное (рис. 3), напротив, все шарниры ориентированы параллельно палеосклону (ориентировка последнего точно такая же, как и в предыдущем случае). Не следует считать, что это разные части одного и того же слампа, однако определенно можно сказать, что в первом случае это участок, который находился в средней части палеосклона, а во втором — у подошвы того же склона. Таким образом, можно полагать, что ориентировка шарниров складок соот-

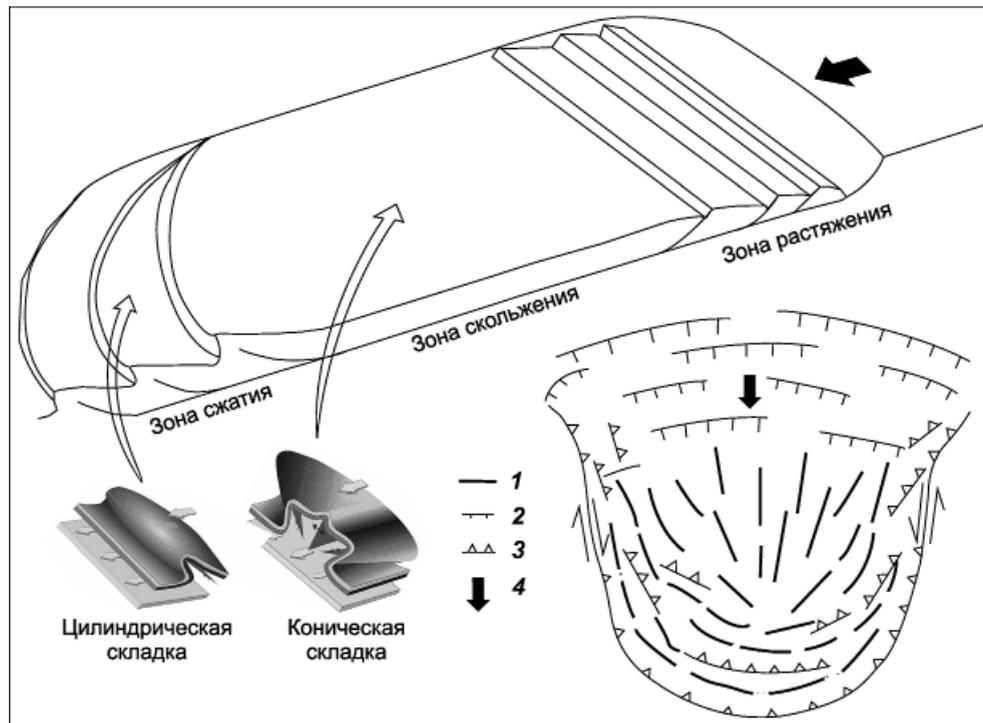


Рис. 2. Обобщенная модель слампа: 1 — шарниры складок, 2 — сбросы, 3 — взбросы и надвиги, 4 — направление перемещения масс. Использованы представления из работ [Alsop, Marco, 2011; Debacker et al., 2009; Lajoie, 1972; Ortner, 2007]

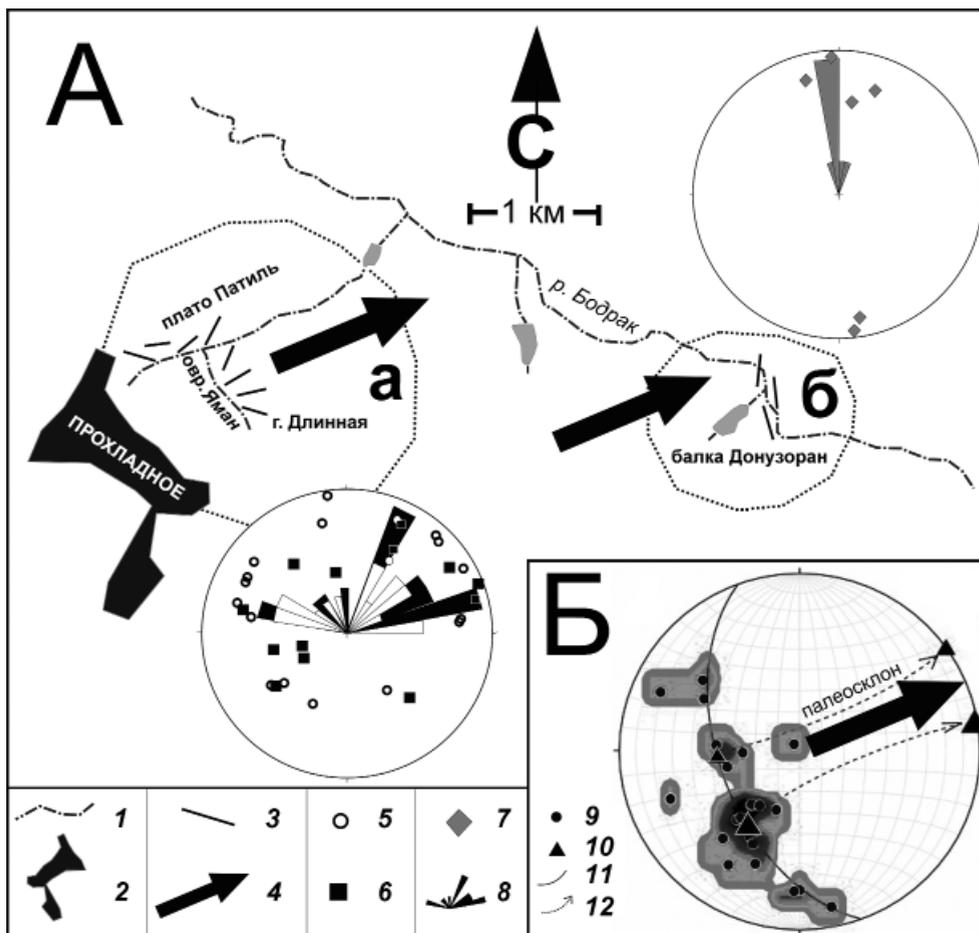


Рис. 3. Сравнение ориентировки шарниров складок с ориентировкой палеосклона:

А — схема для района с. Прохладное (а) и балки Донузоран (б); Б — ориентировка палеосклона, восстановленная по директивным подошвенным знакам: 1 — реки и ручьи; 2 — с. Прохладное; 3 — ориентировка шарниров в плане (несколько шарниров близкой ориентировки показано одной черточкой); 4 — линия падения палеосклона; 5–7 — шарниры на стереограммах; 5 — район плато Патиль, 6 — район оврага Яман, 7 — район балки Донузоран; 8 — розы-диаграммы ориентировки шарниров складок; 9 — директивные подошвенные знаки на стереограмме; 10 — максимумы концентрации знаков; 11 — плоскость, на которой лежат все максимумы («палеосклон» в современном положении); 12 — траектория поворота максимумов к первоначальному горизонтальному положению палеосклона

ветствует описанной выше модели. Анализ данных для района бухты Лазурная (рис. 1) в целом подтверждает представление о слампинге.

**Заключение.** Сочетание разных индикаторов сламповой складчатости позволяет предположить, что большинство складок 2-го порядка в таврической серии имеет подводно-оползневое происхождение. Для

подтверждения результатов необходимо продолжить исследования: во-первых, расширить район работ; во-вторых, фиксировать сламповые пластины в слоистом разрезе таврической серии и оценить их относительный объем; в-третьих, собрать больше индикаторов, позволяющих отличать сламповые складки от тектонических.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Милеев В.С., Барабошкин Е.Ю., Розанов С.Б., Рогов М.А.* Тектоника и геодинамическая эволюция Горного Крыма // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2009. Т. 84, вып. 3. С. 3–20.

*Муратов М.В.* Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. М.: ГОНТИ, 1960. 208 с.

*Тевелев Арк.В., Шмонова Е.А., Тевелев Ал.В.* Морфология и условия формирования нижнеюрского складчатого комплекса Донузوران (Юго-Западный Крым) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2013. Т. 88, вып. 6. С. 24–41.

*Фролов В.Т.* О модных интерпретациях геологической истории Крыма // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1998. Т. 73, вып. 6. С. 13–24.

*Alsop G.L., Marco S.* Soft-sediment deformation within seismogenic slumps of the Dead Sea Basin // J. Struct. Geol. 2011. Vol. 33. P. 433–457.

*Debacker T.N., Dumon M., Matthys A.* Interpreting fold and fault geometries from within the lateral to oblique parts of slumps: A case study from the Anglo-Brabant Deformation Belt // J. Struct. Geol. 2009. Vol. 31. P. 1525–1539.

*Lajoie J.* Slump fold axes orientations: an indication of paleoslope // J. Sediment. Petrol. 1972. Vol. 42. P. 584–586.

*Ortner H.* Styles of soft-sediment deformation on top of a growing fold system in the Gosau Group at Muttekopf, Northern Calcareous Alps, Austria: Slumping versus tectonic deformation // Sediment. Geol. 2007. Vol. 196. P. 99–118.

Поступила в редакцию  
27.05.2014