

ГЕОМОРФОЛОГИЯ ШЕЛЬФА И МАТЕРИКОВОГО СКЛОНА К ЮГО-ВОСТОКУ ОТ КРЫМА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Ю. Д. Евсюков¹

GEOMORPHOLOGY OF SHELF AND CONTINENTAL SLOPE TO THE SOUTH-EAST OF THE CRIMEA (THE BLACK SEA)

Yevsyukov Yu.D.

Echo-sounding survey within the shelf and continental slope to the South-East of the Crimea has been carried out in a number of expeditions with participation of the specialists from the Southern Branch of the P. P. Shirshov Institute of Oceanology and Moscow State University. At the area about 3 000 square kilometers echo-sounding has been performed according to the system of mutually intersecting tracks (from 4–10 to 60 km long), the total length comprised more than 740 km.

A geomorphological map, which shows a heterogeneous structure of the whole region and each of the three zones marked, has been developed on the basis of processing and analysis of the initial data. An attempt has been made to analyze evolution of morphostructures of the researched region.

К настоящему времени в пределах Черного моря выполнен большой объем геоморфологических и геолого-геофизических исследований, как в пределах всего бассейна, так и на отдельных сравнительно крупных участках [12–15, 17], что нашло отражение в ряде обобщающих работ и в картографических построениях [1, 2, 10, 11, 16]. Большинство этих работ имело региональный характер и отличалось неравномерностью наблюдений различными методами даже на обширных площадях. При этом оказывались неисследованными многие достаточно крупные морфоструктуры.

В этой связи в последние десятилетия успешно практикуется выполнение (чаще всего комплексно) работ на детальных полигонах. По периферии Черноморской впадины Южным отделением Института океанологии полигонные исследования проведены более чем в 30 районах бассейна. Причем, как правило, охватывалась почти вся подводная материковая окраина, характеризующаяся широким разнообразием сложно построенных морфоструктур [4, 6, 8].

В этом отношении морфологически наиболее выразительной является материковая окраина к юго-востоку от Крыма, обеспеченная к настоящему времени достаточно большим объемом геоморфологических исследований. Здесь, возможно, наиболее четко прослеживается взаимосвязь морфоструктур суши и морского дна.

Полигонные исследования рельефа дна к юго-востоку от Крыма (рис. 1, а) проводились

в нескольких экспедициях [4, 5, 17], основные показатели которых приведены в таблице.

Обработка, анализ и обобщение полученных в указанных экспедициях материалов завершились составлением геоморфологической схемы. При построении последней за основу были приняты морфоструктурные признаки, что позволило выделить здесь: шельф, погруженный шельф, материковый склон, материковое подножье. Эти достаточно крупные морфоструктуры осложнены множеством более мелких морфоэлементов. Приведенные профили (рис. 1, в) и геоморфологическая схема (рис. 2) отчетливо показывают неоднородное строение многих элементов рельефа подводной материковой окраины. Различия в строении позволили выполнить геоморфологическое районирование и выделить здесь три зоны: восточную (I), центральную (II) и западную (III).

Анализ первичного материала по рельефу дна и приведенных графических построений в совокупности с данными геолого-геофизических исследований, изложенными в ряде публикаций по этому району [3, 9, 12, 13, 15, 16], существенно расширяют имеющиеся представления о строении морфоструктур рассматриваемой части бассейна. Это, в свою очередь, является надежной основой, чтобы предпринять попытку определить генезис и возраст как района в целом, так и, возможно, отдельных крупных морфоструктур.

Шельф в пределах рассматриваемого полигона морфологически неоднороден. В плане он имеет плавную извилистость и в неко-

¹Евсюков Юрий Дмитриевич, канд. геогр. наук, заведующий лабораторией внутренних морей и преокеана Южного отделения Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН.

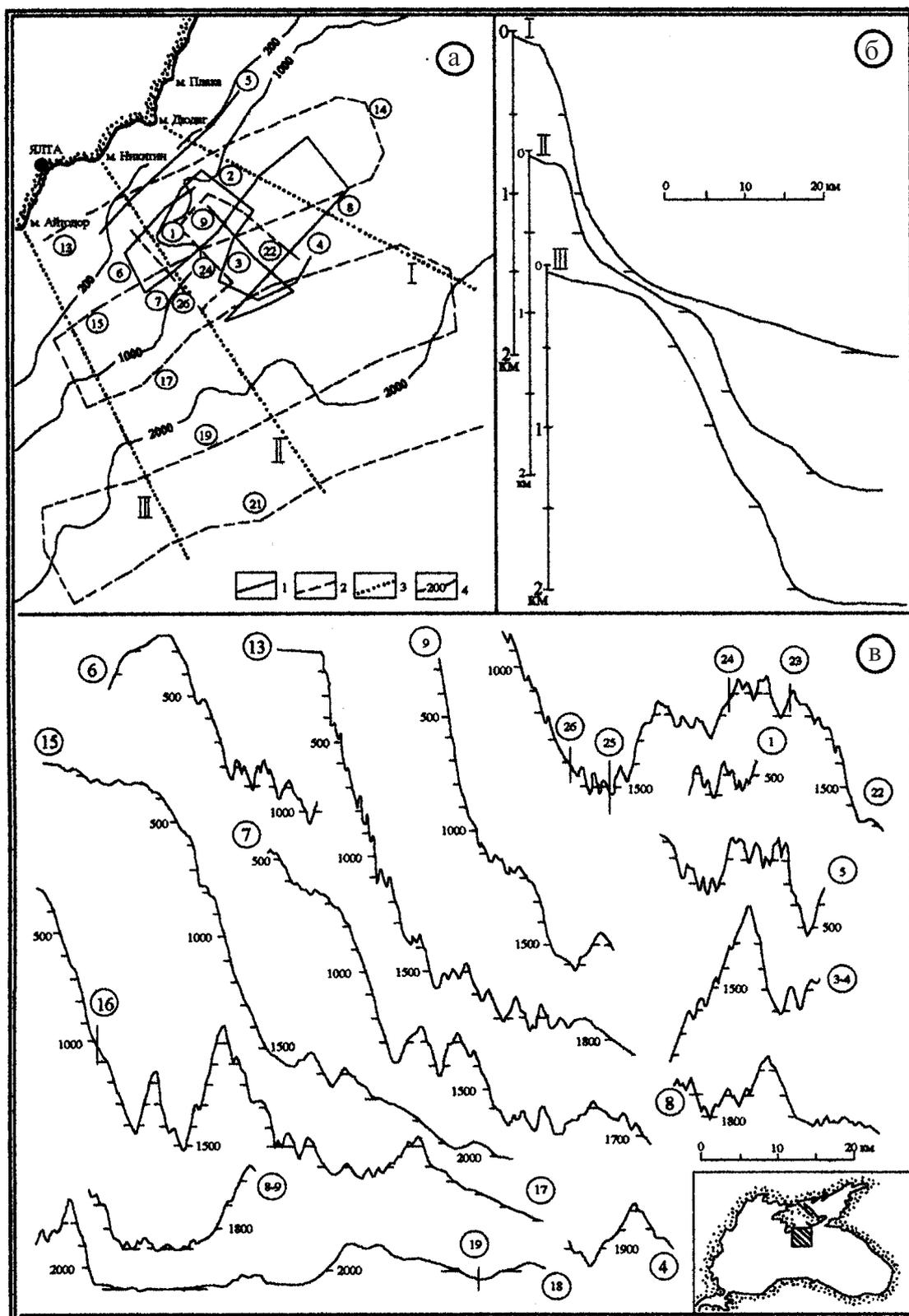


Рис. 1. Геоморфологические исследования подводной материковой окраины юго-восточного Крыма: **а** — схема эхолотных промеров: 1 — эхолотный промер 1984 г.; 2 — эхолотный промер 1985 г.; 3 — положение обобщенных морфологических профилей; 4 — изобаты; **б** — обобщенные морфологические профили; **в** — обзорные профили эхолотного промера; в правом нижнем углу — положение района работ.

Научно-исследовательское судно	Организация, год	Межгалсовые расстояния, км	Длина галсов, км	Общая протяжённость галсов, км
«Академик С. Вавилов»	ЮО ИО, 1971	1–3	8–10	110
«Витязь»	ЮО ИО, 1975	3	4–9	90
«Академик Петровский»	МГУ, 1984	2–3	9–30	175
«Академик Петровский»	МГУ, 1985	7–13	10–60	365
<i>Всего</i>				740

торой степени повторяет очертания берега. Наименьшая его ширина (2,5–3 км) у мысов Айтодор и Никитин. К северо-востоку от м. Аюдаг шельф постепенно расширяется до 8,5 км. Именно этот участок шельфа обладает наиболее сложным морфологическим строением [17]. Его поверхность в основном неровная, сложена бороздами, особенно вблизи м. Аюдаг.

Прибрежная отмель (ширина — первые сотни метров) осложнена здесь прерывистым, по-видимому, тектоническим уступом высотой 7–11 м. Отмель завершается достаточно крутым (примерно 6–8°) уступом высотой около 20 м. Вероятно, эти уступы имеют тектоническую природу, в то время как абразия играла здесь второстепенную роль. От м. Аюдаг до м. Айтодор прибрежная отмель расширяется лишь в заливах [17]. На этих участках она осложнена мелкими элементами рельефа: грядами, бороздами, выходами коренных пород и т.д.

К северо-востоку от м. Аюдаг (восточная зона) материковая отмель сложена тремя, видимо, абразионными уступами высотой 3–5 м [17]. Их подножия отмечены глубинами в среднем 44, 68 и 85 м. В этой зоне материковая отмель завершается краевым валом высотой от 2–4 [17] до 8 м [3]. Бровка шельфа в юго-западном направлении плавно погружается на глубину от 89–95 до 100–110 м.

В центральной и западной зонах ширина шельфа составляет от 3–3,5 км (мысы Никитин, Айтодор) до 7 км (Ялтинский залив). Поверхность шельфа центральной зоны характеризуется неровностями рельефа (валы, гряды, борозды), амплитуда которых — 2–3 м. Здесь отмечено два, по-видимому, абразионных уступа высотой не более 3–4 м.

Сравнительно ровная поверхность шельфа западной (и частично центральной) зоны осложнена субмеридионально ориентированными грядами и ложбинами. Их амплитуда —

немногим более 10 м, протяженность — 4–6 км. По всей вероятности, гряды являются структурными продолжениями мысов Айтодор и Никитин.

Погруженный шельф в центральной зоне представлен узкой полосой, резко расширяющейся к юго-западу. В западной зоне он выражен достаточно обширной (8–12 км) ступенью. Последняя характеризуется вогнутой (в средней по простиранию части), слегка волнистой поверхностью. При этом генеральный наклон и перекося направлены к юго-востоку. На северо-восточном и юго-западном участках бровка погруженного шельфа располагается на глубинах 170–190 м, в то время как ближе к краю выступа она погружена до 350 м (рис. 1, б, проф. 15). Выступ (ширина — 6, длина — 9 км) выклинивается в восточном направлении и далее находит свое продолжение на гребне крупного хребта, который прослеживается до материкового подножия.

Материковый склон обладает чрезвычайно резкой морфоструктурной неоднородностью [1, 10, 12]. Приведенные морфологические профили (рис. 1, б) показывают, что каждая из трех выделенных зон характеризуется индивидуальным типом поперечного профиля. Так, в зоне I он вогнутый, во II — ступенчатый, а в III — прямой. Это, по всей вероятности, подчеркивает, что выделенные зоны имеют генетические и возрастные различия.

Материковый склон восточной зоны в плане имеет ширину 7–9 км. В общем виде он состоит из двух частей: верхней, крутой (30–35°) до глубин 700–900 м и нижней, сравнительно пологой (8–9°), до 1300–1500 м. В каждой из частей отчетливо выделяются крупные морфоструктуры: вертикальные уступы (высота — 100–200 м и более), расчлененные (амплитуда — 30–60 м), наклонные ступени (ширина в плане — до 2–4 км) (рис. 1, в, проф. 13, 15).

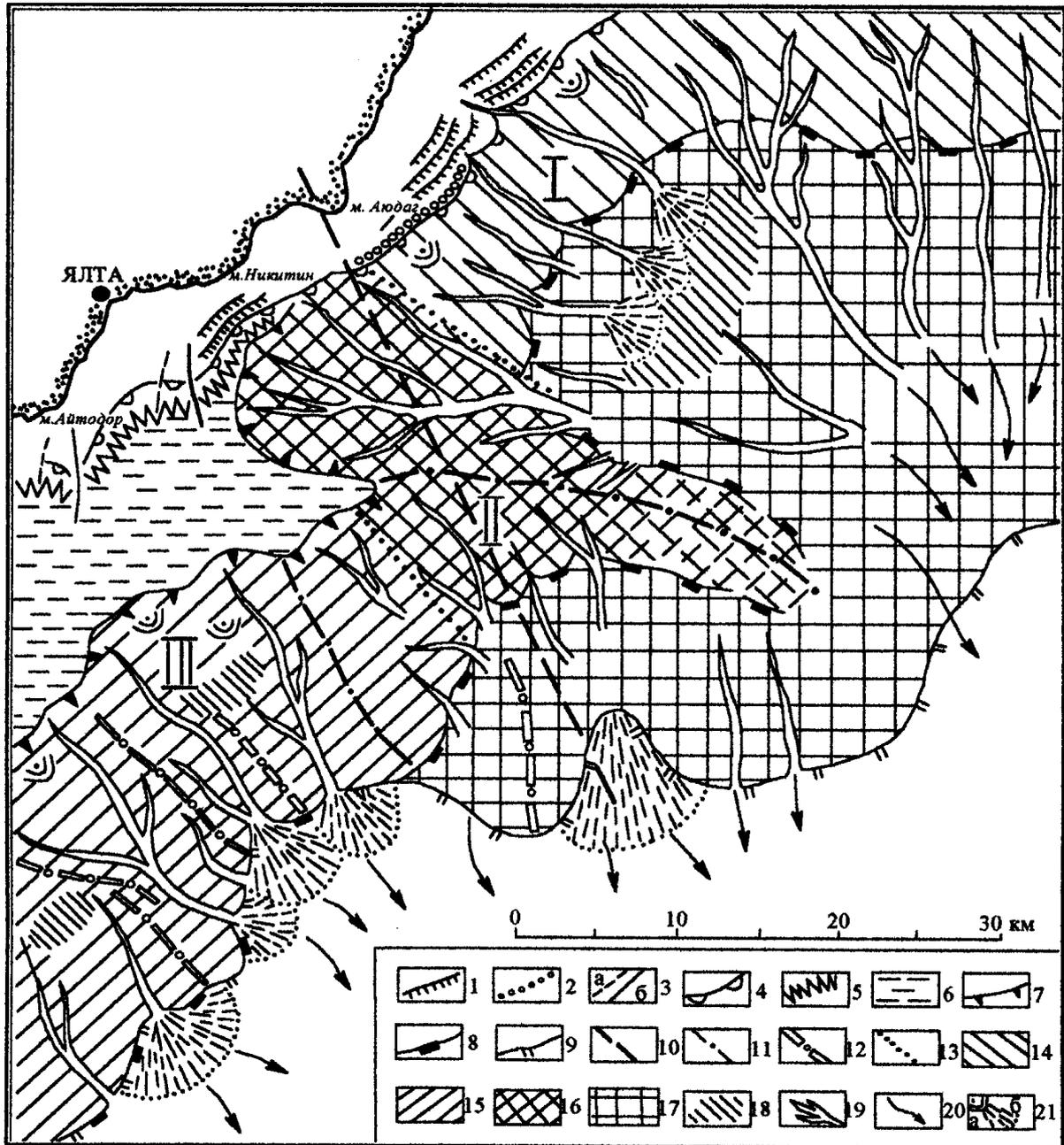


Рис. 2. Геоморфологическая схема подводной материковой окраины юго-восточного Крыма
Элементы рельефа шельфа: 1 — уступы абразионные; 2 — краевой вал; 3 — гряды (а) и ложбины (б); 4 — бровка шельфа; 5 — тектонический уступ; 6 — поверхность погруженного шельфа; 7 — бровка погруженного шельфа.
Материковый склон: 8 — подножие материкового склона; 9 — край субабиссальной поверхности; 10 — региональный разлом; 11 — оси склоновых хребтов; 12 — оси гряд; 13 — границы морфологически различно выраженных участков материкового склона; 14 — вогнутый материковый склон; 15 — прямой материковый склон; 16 — блоко-ступенчатый материковый склон; 17 — поверхность материкового подножия; 18 — ступени различного происхождения; 19 — каньоны и долины (без подразделения); 20 — русла суспензионных потоков; 21 — оползни (а) и конуса выноса (б). Римскими цифрами обозначены номера зон: I — восточная; II — центральная; III — западная.

На этом участке склон изрезан многочисленными V-образными каньонами и долинами (2, 14), которые сопряжены с островершинными грядами (амплитуда — от первых десятков до 110–140 м). Это, вероятно, указывает на постоянно действующую тектоническую активность района и интенсивную эрозию в тальвегах долин и каньонов. Здесь отмечено также развитие оползневых процессов. По-видимому материковый склон восточной зоны сравнительно молодой, интенсивно развивающийся.

Основной морфоструктурой материкового склона зоны II является крупный хребет субширотного простирания. Его протяженность — около 30 км, ширина по подножьям — 8–13 км, максимальная высота — немногим более 550 м (рис. 1, в, проф. 3–4). Поперечное сечение хребта асимметричное: южный склон пологий, крутизна примерно 5–8°, северный — более крутой, где углы наклона составляют 12–14°, на отдельных участках достигая 20°. Склоны хребта изрезаны долинами, глубина вреза которых от 30–50 до 150–170 м (рис. 1, в, проф. 8, 15, 17, 22, 24). Подножие северного склона совпадает с дном крупного каньона. Севернее хребта располагается морфоструктура, подобная «цирку», вогнутой стороной обращенная к востоку. Такой морфологический облик, по всей вероятности, предопределен тектонически ослабленной зоной, что привело к дроблению склона. Вогнутость рельефа, густая сеть долин и каньонов указывают на интенсивное в этом районе развитие материкового склона, который наступает на восточную часть материковой отмели.

Ширина материкового склона зоны III в юго-западном направлении увеличивается от 13 до 20 км. В этом же направлении его высота возрастает от 1650 до 1800 м, а крутизна от 9–11° уменьшается до 4–7°. Здесь повсеместно развиты оползневые морфоструктуры. Морфоструктурные особенности склона, изрезанность его каньонами и долинами и другие признаки указывают, возможно, на длительное его развитие.

Материковое подножие наиболее полно представлено в зоне I, где его ширина достигает 25–35 км (рис. 2). В зонах II и III подножие сужается до 12–6 км, а затем вовсе выклинивается. Средний угол наклона материкового подножия составляет 3–5°.

Обширное простирание материкового подножия представлено расчлененной поверхностью. Интенсивность расчленения от 120–170 м (рис. 1, в, проф. 7, 13) с увеличением глубин уменьшается до 20–40 м (рис. 1, в,

проф. 8–15). Морфология этой поверхности обусловлена существованием многих каньонов и долин, которые помимо расчлененного рельефа формируют здесь также конусы выноса.

Обсуждение. На основе приведенных данных и литературных источников предпринята попытка сформулировать некую последовательность событий, определивших сложное строение подводной материковой окраины исследованной акватории. Приведенная геоморфологическая схема отчетливо показывает морфоструктурную неоднородность как всего района в целом, так и каждой из выделенных зон, что, по-видимому, обусловлено взаимодействием эндогенных и экзогенных рельефообразующих процессов. Определяющая роль в создании морфоструктур района, по всей вероятности, принадлежит тектонике, наиболее интенсивное воздействие которой приурочено к центральной зоне.

Центральную зону рассекает субмеридиональный разлом [11], подчеркиваемый геомагнитными данными [13]. Этот район характеризуется интенсивной сейсмичностью, максимум которой (6,5–7,5 М) совпадает с осью разлома. Основным морфоструктурным элементом здесь является субширотно ориентированный достаточно протяженный хребет. Последний, возможно, представляет собой реликтовую морфоструктуру, ранее простиравшуюся субмеридионально и разделявшую в олигоцен-миоцене (?) разновеликие осадочные депрессии [16].

Сопоставление и анализ приведенных данных позволяют предположить, что первоначальная активизация разлома начала проявляться, по-видимому, в один из этапов (середина миоцена?) развития Черноморской впадины [16]. В процессе погружения сравнительно мелководных и поднятия сухопутных участков (на рубеже миоцен-плиоцен?), возможно, произошла повторная активизация регионального разлома, что обусловило образование субширотных разломов второго порядка. Это привело к созданию блоковой структуры материковой окраины и возникновению контрастных форм рельефа, что в той или иной мере отражено в особенностях и различиях геологического строения исследованного района [2, 9, 10, 16].

Тектоническая ступень (погруженный шельф) сформирована, скорее всего, длительными абразионными процессами, которые, по всей вероятности, наиболее активно проявились на рубеже плиоцен-плейстоцена.

Есть основания предположить, что обширная территория современной восточной зоны в виде крупного блока была смещена вдоль регионального разлома (возможно, в плиоцене?) к северу примерно на 10–12 км. При этом южная часть этого блока, представляющая собой огромный массив, была опущена на несколько сотен метров вдоль субширотного сброса. В результате таких субрегиональных тектонических процессов образовался крутой (до 35–40°) материковый склон восточной зоны, а опущенная часть блока определила заложение террасовидного материкового подножия. Эти территориальные перестроения могли спровоцировать разворот (примерно на 50–60° против часовой стрелки) крупного хребта центральной зоны.

Морфоструктуры прибрежной и материковой отмелей в зонах I–III сформированы, по-видимому, в четвертичное время под воздействием абразионных процессов, с незначительным влиянием малоамплитудных тектонических движений различного знака.

По ряду морфологических признаков определяется существование поперечных субширотных разломов. В районе их пересечения с зоной регионального разлома возникла, возможно, ослабленная зона, приуроченная в настоящее время к вогнутому «цирку». Движения различного знака в ослабленной зоне определили проявление активного дробления материковой окраины, что обусловило образование разновеликих блоков, ограниченных сетью долин и каньонов.

Литература

1. Геологическая карта Европы. М.: Мингео СССР, 1973. Масштаб 1:10 000 000.
2. Гончаров В. П., Непрочнов Ю. П., Непрочнова А. Ф. Рельеф и глубинное строение Черноморской впадины. М.: Наука, 1972. 157 с.
3. Евсюков Ю. Д. Основные черты рельефа дна отдельных участков внешнего шельфа и материкового склона Черного моря (полигонные исследования 61-А рейса «Витязь»). М., 1985. 12 с. Деп. в ВИНТИ 22.07.85. № 5293-85.
4. Евсюков Ю. Д., Жигунов А. С., Москаленко В. Н., Шимкус К. М. Особенности строения подводной долины Секарьи (юго-западная часть Черного моря) // Бюл. МОИП. Отдел геол. 1986. Т. 61. № 1. С. 25–30.
5. Евсюков Ю. Д., Иванов М. К., Мамонтов С. В. Геоморфологическая неоднородность подводной материковой окраины юго-восточного Крыма. М., 1988. 18 с. Деп. в ВИНТИ 31.07.88. № 5497-88.
6. Евсюков Ю. Д., Кара В. И. Геоморфология каньона Кызыл-Ирмак (Черное море) // Геологический журнал. 1989. № 1. С. 88–95.
7. Евсюков Ю. Д., Кара В. И. Рельеф центральной части Дунайского конуса выноса // Геоморфология. 1990. № 2. С. 71–75.
8. Евсюков Ю. Д., Шимкус К. М. Морфология и развитие Прикавказского шельфа и внешней части материкового склона Черного моря (район к югу от п. Архипо-Осиповка) // Наука Кубани. 2000. № 4. С. 69–73.
9. Жигунов А. С., Евсюков Ю. Д., Мамонтов С. В. Геолого-геоморфологическая неоднородность Южно-Крымской материковой окраины // Геология морей и океанов: Тез. докл. 8-й Всесоюз. школы морской геологии. М., 1988. № 4. С. 37–78.
10. Кара В. И. Структурно-геоморфологические типы материковой окраины Черноморской впадины // Геоморфология. 1979. № 2. С. 13–21.
11. Карта новейшей тектоники мира. М.: Мингео СССР, 1984. Масштаб 1:15 000 000.
12. Козлов В. Б., Маев Е. Г. Геоморфологическое строение материкового склона и материкового подножия дна Черного моря к югу от горного Крыма // Комплексные исследования природы океана. М., 1980. № 7. С. 39–44.
13. Маловицкий Я. П., Михайлов О. В., Осипов Г. В., Углов Б. Д. Новые данные об аномальном магнитном поле Черноморской впадины // ДАН СССР. 1971. Т. 201. № 1. С. 72–74.
14. Мельник В. И. Подводные каньоны Черного моря // Геологический журнал. 1986. Т. 46. № 6. С. 72–79.
15. Моргунов Ю. Г., Куприн П. Н., Лимонов А. Ф. и др. Структурные особенности континентальной террасы к югу от горного Крыма // Комплексные исследования природы океана. 1980. № 7. С. 33–39.
16. Муратов М. В., Непрочнов Ю. П., Тримолис Э. С. История развития Черноморской впадины // Геологическая история Черного моря по результатам глубоководного бурения. М.: Наука, 1980. С. 184–190.
17. Шимкус К. М., Евсюков Ю. Д., Соловьева Р. Н. Подводные террасы нижней зоны шельфа Черного моря и их природа // Геолого-геофизические исследования зоны предокеана. М., 1980. С. 81–92.