

Г Е О Л О Г И Я

УДК 551.462

МОРФОСТРУКТУРНАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ШЕЛЬФА И ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ МАТЕРИКОВОГО СКЛОНА В РАЙОНЕ ПОС. БЕТТА-ДЖУБГА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Ю. Д. Евсюков¹, Н. В. Есин²

MORPHOLOGICAL-STRUCTURAL HETEROGENEITY OF SHELF AND UPPER CONTINENTAL SLOPE IN THE REGION NEAR S. BETTA-DZHUBGA (THE BLACK SEA)

Yevsyukov Yu. D., Yesin N. V.

In the course of several expeditions on board of a research ship "Aquanaut" the detailed echo sounding was carried out at the polygons near the settlements Betta and Dzhubga. Bathymetric and geomorphologic maps of the region have been drawn up on the basis of the data obtained. Initial data and cartographic constructions clearly show specific peculiarities of the structure of submerged continental margin of this region. Three different morphological areas have been distinguished according to morphological-structural features. The work considers the structure of shelf and upper continental slope within these areas and possible relief formation processes which influence the formation and evolution of morphological structures in the region under study.

В течение последних десятилетий по периферии Черного моря получен большой объем материалов эхолотного промера на детальных полигонах (около 30 участков). Исследование рельефа дна осуществлялось по плотной системе взаимно пересекающихся профилей. Первичные материалы и составленные карты (батиметрические, геоморфологические и др.) показали резкую неоднородность и большое разнообразие сложно построенных морфоструктур подводной материковой окраины бассейна [1, 2]. Полигонные исследования расширили имеющиеся представления о формировании рельефа дна. Благодаря им удалось найти некоторые подходы к решению проблемы формирования и развития морфоструктур рельефа и материкового склона [3–6]. Имеющиеся к настоящему времени морфологические данные свидетельствуют о неотектоническом опускании отдельных участков внешней части шельфа и

отступании его бровки в результате подводной эрозии материкового склона.

Из экспедиций ряда лет, проведенных вблизи пос. Бетта-Джубга, наибольший объем качественного материала по рельефу дна был получен в 19-м рейсе НИС «Акванавт» (ноябрь 2000 г.). Суммарная протяженность детального эхолотирования составила здесь свыше 900 км, из которых около 250 км (28%) выполнено в пределах шельфа (рис. 1, А).

Измерение глубин осуществлялось новым эхолотом «F-840», фирмы Japan Marina S., Ltd. Точность определения глубин — 0,5%. Эхолот обеспечен диапазонами: 0–5, 0–10, 0–50, 0–100, 0–250 и т. д. (до 1600 м) и пятью скоростями протяжки эхолотной ленты. Это представляет широкие возможности для подробного исследования мезоформ на малых глубинах. Определение координат судна (точность ±15 м) выполнялось с помощью спутниковой навигационной системы GPS-120 XI, фирмы «GARMIN».

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

²Есин Николай Васильевич, д-р геогр. наук, заведующий лабораторией экологии Южного отделения Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН.

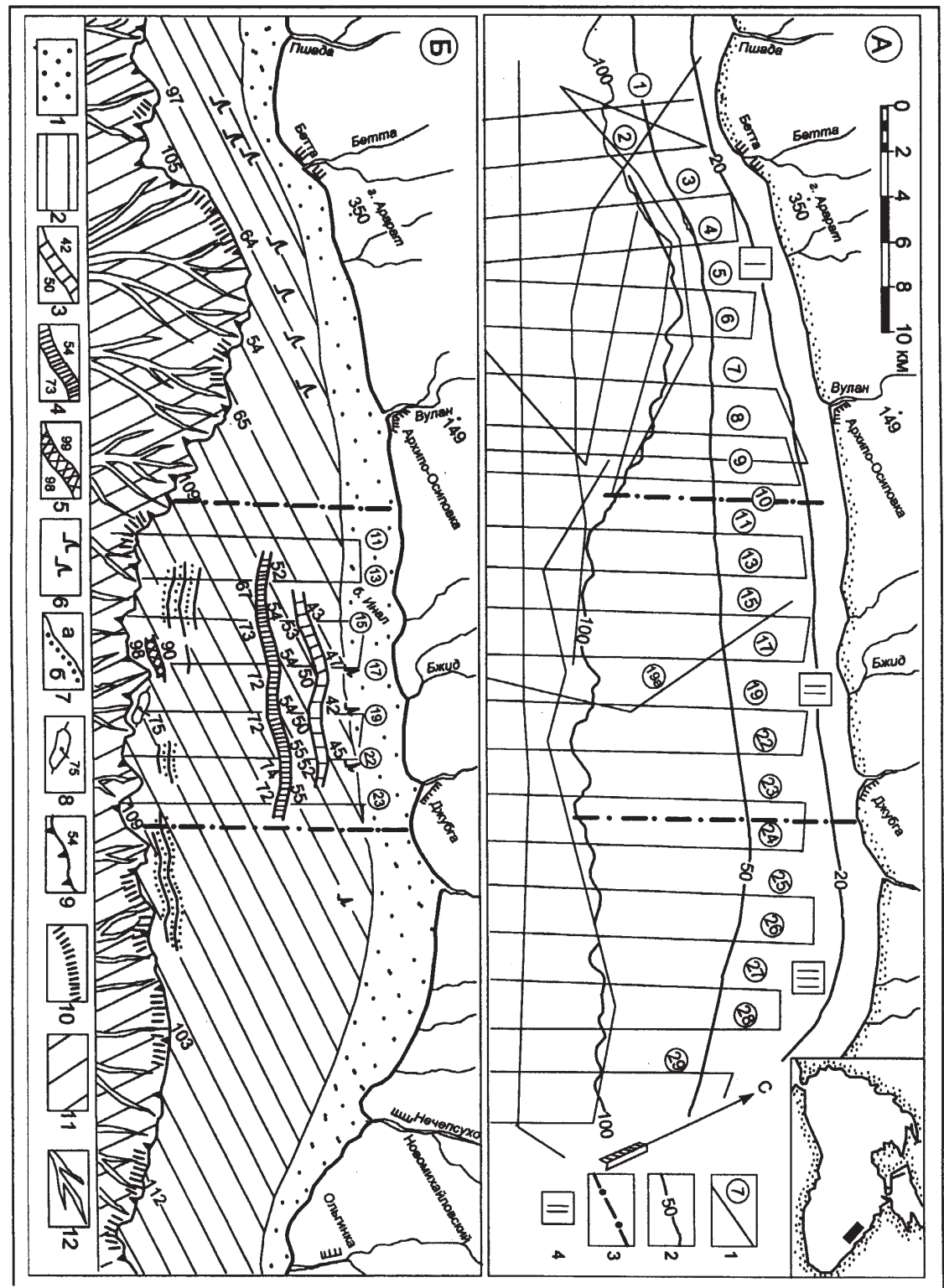


Рис. 1. Шельф северо-восточной части Черного моря вблизи пос. Бетта-Джубга
 А — схема галсов эхолотного промера. Условные обозначения: 1 — профили эхолотного промера и их номера; 2 — изобаты; 3 — границы выделенных зон: I — северо-западная; II — центральная; III — юго-восточная; 4 — номера зон.

На врезке в левом верхнем углу — положение района работ.

Б — геоморфологическая схема исследованного района: 1 — прибрежная отмель; 2 — материковая отмель; Абразионные уступы: 3 — верхний; 4 — нижний; 5 — внешний; 6 — останцы коренных пород; 7 — гряды (а); ложбины (б); 8 — фрагмент краевого вала; 9 — бровка шельфа и его глубина; 10 — абразионная терраса; 11 — материковый склон; 12 — подводные долины и каньоны

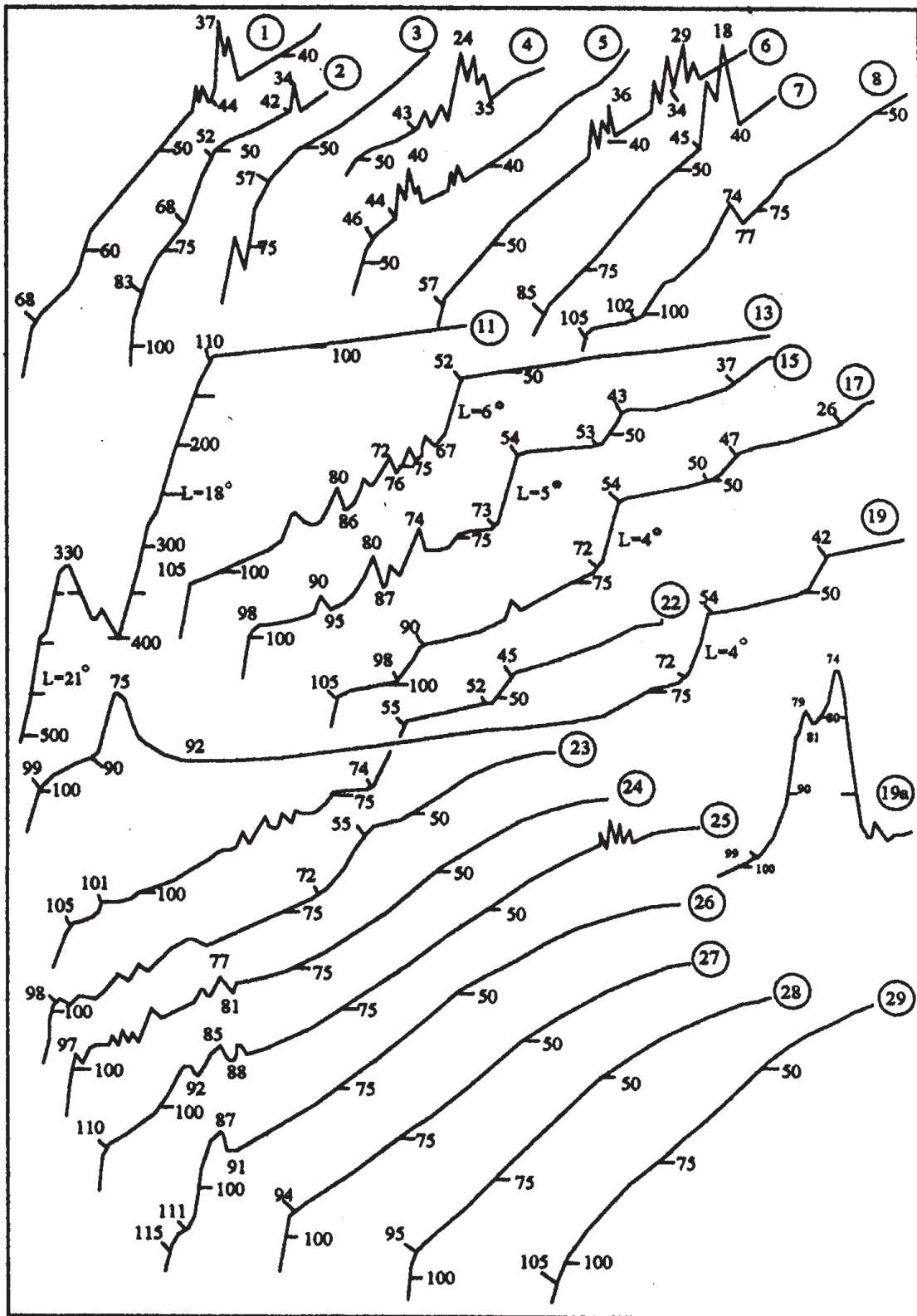


Рис. 2. Обзорные профили рельефа шельфа северо-восточного сектора Черного моря

Для решения навигационных задач использовалась компьютерная навигационная система Kart Navigator 2.22 фирмы «Morintex», обеспечивающая точный выход в точки координат станций отбора проб донного грунта и работы на промерных профилях, с применением ширины «коридора» 0,2 кабельтовых по обе стороны от линии курса.

Батиметрическая карта составлена с учетом ранее выполненных работ по эхолотированию, а геоморфологическая, кроме того, с привлечением материалов непрерывного сейсмопрофилирования [4, 6, 7].

Рассматриваемый участок акватории примыкает к Западо-Кавказской горноскладчатой области, являющейся составной частью мегантиклинория Большого Кавказа [8]. Этот район отличается неотектонической активностью с разными знаками движения земной коры [9].

Вдоль побережья здесь прослеживаются субширотные и сравнительно мелкие субмеридиональные горные гряды и хребты. Образование последних обусловлено системой разломов ССВ–ЮЮЗ направленности, которые, вероятно, определили заложение речных долин и ущелий. Характерно, что в прибрежной полосе шириной около 5 км более высокие формы рельефа располагаются к западу от Адлеровой щели, а сравнительно низкие — к востоку от нее [3].

Шельф в пределах рассматриваемого района сравнительно ровный. Однако его строение характеризуется несколькими особенностями. Так, изобата 50 м практически повторяет очертания берега. На траверзе Адлеровой щели наименьшая ширина шельфа — 3,5 км. Западнее устья реки Бетта он расширяется до 5–6 км. На участке от Архипо-Осиповки до Джубги ширина шельфа увеличивается до 10–12 км, а далее к юго-востоку (вблизи устья реки Ту) уменьшается до 6 км (рис. 1, Б). Здесь выделяется прибрежная и материковая отмели, а в продольном плане по ряду признаков шельф делится на три морфологически различно выраженные зоны.

Прибрежная отмель осложнена полугим абразионным уступом, подобие которого встречается и в других районах Черного моря [1, 2, 8]. Против устья реки Бетта уступ располагается на расстоянии менее 1 км от берега, а в юго-восточном направлении он отдалится почти до 2 км. Переход от прибрежной

отмели к материковой плавный: он отмечен глубинами 18–23 м.

Ближе к краю шельфа (глубина 80–90 м) располагаются фрагменты краевого вала высотой от 3–5 до 15–20 м (рис. 2, проф. 19, 19а, 21, 25), обнаруженные на сходных глубинах и в других районах бассейна [1, 5].

По результатам предыдущей съемки (НИС «Акванавт», 1998 г.) известно [3], что внешний край шельфа отмечен одной или несколькими подводными террасами, бровки которых сопряжены с хорошо выраженными уступами. Так, на северо-западе района располагается короткая (около 1 км) и узкая (первые сотни метров) терраса. На траверзе Адлеровой щели находится серия террас. Их протяженность не превышает 1–1,5 км, а бровки отмечены глубинами 65, 95 и 105 м. Этот участок осложнен густой сетью верховьев каньонов, заложение которых обусловлено субмеридиональными разломами. На траверзе бухты Инал располагается протяженная (около 5 км) терраса, ширина которой 0,4–0,5 км [3]. Последняя лишь частично совпадает с положением профилей 22, 26 (рис. 2), рассматриваемых в данной статье. Несовпадение данных съемок 1998 и 2000 гг. по морфологии и морфометрии террас можно объяснить тем, что они располагаются на внешней части шельфа, наиболее сильно подверженной разрушению. В этой связи предполагается, что террасы могут быть прослежены на очень коротких расстояниях.

Бровка шельфа в плане мелкоизвилиста, что обусловлено врезанием в его край многих долин и каньонов. Располагается бровка в интервале глубин от 54 м на северо-западе до 112 м на юго-востоке района. Выявлена «региональная» закономерность: чем шире шельф, тем более глубокое положение его бровки. В верховьях долин и каньонов бровка шельфа располагается на 10–15 м выше, чем на выступах, ограничивающих долины и каньоны, что характерно для других районов бассейна [3]. Это, по-видимому, является следствием интенсивного разрушения края шельфа, внедряющимися в его пределы верховьями долин в совокупности с его неотектоническим дроблением, что в свою очередь сопровождается погружением.

На геоморфологической карте (рис. 1, Б) выделены три морфологически различно выраженные зоны.

Зона III (юго-восточная) характеризуется выпуклым рельефом шельфа (рис. 2, проф. 24–29). Ближе к его краю (глубина 80–90 м) располагается серия гряд и ложбин амплитудой 3–6 м. Можно предположить, что шельф этой зоны характеризуется обильным накоплением осадочного материала, чем объясняется выпуклая форма поверхности шельфа. В то же время внешняя его часть, по всей вероятности, подвержена сильному воздействию придонных течений, обусловивших формирование аккумулятивных гряд и эрозионных ложбин.

Для *зоны I* (северо-западной) характерна ровная, а чаще всего вогнутая поверхность шельфа (рис. 2, проф. 1–8). В интервале глубин 35–45 м здесь выявлены сравнительно остроконечные мезоформы рельефа, высота которых от 9–11 м (проф. 1–4) до 22 м (проф. 7). Их коррелируемость от профиля к профилю дает основание предположить, что это протяженные (от 3 до 6 км) участки гряд, сложенных коренными (флишевыми?) породами. Внешний край (северо-западный фланг) этой зоны отмечен морфологически слабо выраженными террасовидными ступенями со средними глубинами 75 м (рис. 2, проф. 1, 2). Предполагается также, что вогнутая поверхность шельфа этой зоны может быть обусловлена неотектоническим прогибанием.

Зона II (центральная) представлена двумя четко выраженными уступами, что делает ее резко отличной от двух других зон. В плане уступы слабоволнистые, во многом повторяющие очертания берега.

Бровка верхнего уступа отмечена глубинами 42–47 м, а подножия — 50 м. Таким образом, его высота 8–10 м (рис. 1, Б; рис. 2, проф. 15–22). В плане уступ имеет ширину 400–700 м, а его протяженность почти 7,5 км. Расстояние от бровки уступа до берега 2,5–3,5 км.

Протяженность нижнего уступа немногим более 10 км. В плане он имеет форму синусоиды, при этом его ширина 250–400 м. Бровка этого уступа располагается на глубине 52–55 м, подножия 67–74 м, определяя его высоту 15–19 м (рис. 1, Б; рис. 2, проф. 13–23), что в два раза выше верхнего уступа. Расстояние от бровки этого уступа до берега 4,2–5,2 км.

На проф. 1 зафиксирован короткий участок третьего уступа, бровка и подножие которого располагаются на глубинах 90 и

98 м соответственно. Вблизи него расположен фрагмент краевого вала высотой 15–20 м (рис. 2, проф. 19, 19а).

Нижняя часть шельфа (интервал глубин 70–90 м) центральной зоны характеризуется наличием серии гряд и сопряженных с ними ложбин. Морфологически они выражены отчетливо, а их амплитуда составляет 4–8 м. Это единственный морфологический показатель, который делает сходными вторую и третью зоны. В остальном выделенные зоны по рельефу дна резко отличаются на участке шельфа протяженностью 43 км.

Материковый склон представлен на рис. 1, Б только верхней частью. Склон интенсивно расчленен густой сетью подводных долин и каньонов, с множеством «притоков» [7, 10], ориентированных в направлении СВ–ЮЗ, глубина их вреза составляет от десятков до 300–350 м. Отчетливо видно, что два крупнейших из них тяготеют к устью реки Вулан и Адлеровой щели. Характерно также, что это самый узкий участок шельфа. По всей вероятности, отмеченные два каньона являются продолжениями Адлеровой щели и долины реки Вулан. Предполагается, что заложение последних обусловлено существованием субмеридиональных разломов.

Результаты описанных выше промерных работ, сейсмоакустическое профилирование, выполненное НПО «Южморгеология» [7], а также новейшие исследования Института океанологии РАН [4, 6], позволили сделать некоторые выводы о механизме формирования рельефа дна моря вдоль границы шельф — материковый склон. На этом участке рельеф дна образуется в результате действия абразионных процессов (периоды низкого положения уровня моря), подводной эрозии и тектонических движений земной коры.

На рис. 1, Б (участок I) прослеживается внедрение континентального склона в зону шельфа. На периферии внедрения бровка шельфа находится на глубинах 105 и 109 м, а в центре — на глубине 54 м. Сейсмоакустическое профилирование, выполненное в этом районе, показало, что причиной сокращения ширины шельфа стал сброс, напоминающий гигантский оползень [4].

Определенный вклад в формирование дна внес абразионный процесс, протекавший в периоды трансгрессий. Во время каждой трансгрессии он разрушал верхнюю часть материкового склона, тем самым расширяя шельф.

По мере повышения уровня моря развивался процесс подводной эрозии [10], который сокращал ширину шельфа. К такому же результату приводили и сбросы. Таким образом, абразионный процесс расширял шельф, а сбросы и подводная эрозия сокращали его ширину. Следовательно, современная ширина на каждом участке характеризует некоторое динамическое равновесие процессов его формирования и разрушения.

Представляется возможным сделать некоторые выводы о характере голоценовой трансгрессии. Практически на всех участках шельфа, не затронутых сбросом, бровка шельфа находится на глубинах до 90–110 м. Если учесть, что на коренном дне лежит осадок слоем 5–7 м, то следовательно, бровка коренного шельфа дна ниже указанных значений на 5–7 м. Переход коренного дна от шельфа к материковому склону везде плавный. Это свидетельствует о том, что регрессия моря, предшествующая голоценовой трансгрессии, резко сменилась трансгрессией. Это является следствием особенностей уровня Черного моря в плейстоцене.

Литература

1. *Евсюков Ю. Д.* Геоморфология участка внешней материковой окраины к юго-западу от Евпатории (Черное море) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1996. Т. 71. № 1. С. 88–91.
2. *Евсюков Ю. Д., Шимкус К. М.* Новые данные по геоморфологии и неотектонике материковой окраины в районе Керченского пролива // Докл. РАН. 1995. Т. 377. № 1. С. 83–86.
3. *Евсюков Ю. Д., Шимкус К. М.* Геоморфология шельфа и верхней части материкового склона к югу от Архипо-Осиповки (Черное море) // Океанология. 2002. Т. 42. С. 152–155.
4. *Торгунаков А. В., Мерклин Л. Р., Шимкус К. М. и др.* Новые представления о строении шельфа Кавказского побережья от пос. Архипо-Осиповка до пос. Джубга по данным высокоразрешающего сейсмоакустического профилирования // Комплексные исследования северо-восточной части Черного моря. М.: Наука, 2002. С. 358–367.
5. *Шимкус К. М., Евсюков Ю. Д., Соловьева Р. Н.* Подводные террасы нижней зоны шельфа Черного моря и их природа // Геолого-геофизические исследования зоны преокеана. М.: Наука, 1980. С. 81–92.
6. *Шимкус К. М., Москаленко В. Н., Евсюков Ю. Д. и др.* О роли неотектоники, оползневых и эрозионно-аккумулятивных процессов в формировании прикавказской материковой окраины // Комплексные исследования северо-восточной части Черного моря. М.: Наука, 2002. С. 402–416.
7. *Есин Н. В., Глебов А. Ю., Евсюков Ю. Д.* Эволюция шельфа северо-восточного сектора Черного моря в плейстоцене-голоцене // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1986. Т. 61. № 5. С. 49–55.
8. *Гончаров В. П., Непрочнов Ю. П., Непрочнова А. Ф.* Рельеф дна и глубинное строение Черноморской впадины. М.: Наука, 1972. 157 с.
9. *Благоволит Н. С.* Современные вертикальные движения земной коры // Земная кора и история развития Черноморской впадины. М.: Наука, 1975. С. 35–45.
10. *Есин Н. В., Пешков В. М., Шлезингер А. Е.* Эрозия дна моря осадком // Геоморфология. 1991. № 1. С. 64–67.

Статья поступила 14 марта 2004 г.

Южное отделение Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН

© Евсюков Ю. Д., Есин Н. В., 2004