6. Karlov K. R., Zubarev A. P. Optiko-volokonnaya tekhnologiya pri monitoringe prirodnykh rezervuarov [Optical-fiber technology at the monitoring of natural reservoirs]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2006, no. 9, pp. 44–53.
7. Kozhevnikov S., Tokman A., Tinakin O., Aliev R. Tekhnologiya kompyuterizirovannogo kontrolya protsessa KRS-pervyy opyt vnedreniya i perspektivy razvitiya [Technology of the computerised control of process the KRS is the first experience of introduction and development prospect]. *Tekhnologii toplivno-energeticheskogo kompleksa* [Technology of fuel and energy complex], 2003, no. 1, pp. 16–18.
8. Kozyryatskiy N. G. Analiz tochnosti rascheta koordinat stvola skvazhiny po dannym inklinometrii [Analysis of accuracy of calculation of co-ordinates of a trunk of a well by data directional survey]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2002, issue 98, pp. 115–122.
9. Latyshova M. G. *Prakticheskoe rukovodstvo po interpretatsii diagramm geofizicheskikh issledovaniy skvazhin* [Practical quide on interpretation of diagrams of geophysical researches of wells], Moscow, Nedra Publ., 1991. 219 p.
10. Lukhminskiy B. Ye. Intellektualnoe obustroystvo eksplutatsionnykh skvazhin (Smart Wells 2003–2004) [Intellectual arrangement of operational wells (Smart Wells 2003–2004)]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2006, no. 7. pp. 191–194.
11. Mangazeev P. V., Pankov M. V., Kulagina T. Ye., Kamartdinov M. R. *Gidrodinamicheskie issledovaniya eksplutatsionnykh i nagnetatelnykh skvazhin* [Hydrodynamic researches of operational and injection wells], Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ. House, 2009. 243 p.
12. Polyakov I. O. Opisanie struktury geofizicheskikh paletok v formate XML-fayla [Geophysical chart structure description in the XML file format]. *Karotazhnik* [Karotazhnik], 2007, no. 7, pp. 90–93.
13. *RD 153-39.0-072-01 Tekhnicheskaya instruktsiya po provedeniyu geofizicheskikh issledovaniy i rabot priborami na kabele v neftyanykh i gazovykh skvazhinakh* [RD 153-39.0-072-01 Technical instruction on carrying out of geophysical researches and works with devices on a cable in oil and gas wells]. Introduced 2001–07–01. Moscow , Ministry of Energy of the Russian Federation Publ., 2001, no. 134.
14. Khmelevskoy V. K. *Geofizicheskie metody issledovaniya zemnoy kory* [Geophysical methods of research of earth crust], Dubna, Dubna International University for Nature, Society and Men, 1997, part 1. 276 p.
15. Shirokov V. N., Mityushin Ye. M., Neretin V. D. *Skvazhinnye geofizicheskie informatsionno-izmeritelnye sistemy* [Wells geophysical information and measuring systems], Moscow, Nedra Publ., 1996. 317 p.

НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ВНЕШНЕЙ МАТЕРИКОВОЙ ОКРАИНЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО УЧАСТКА ЧЕРНОГО МОРЯ

Евсюков Юрий Дмитриевич
кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник

Южное отделение Института океанологии им. П. П. Ширшова Российской академии наук (ЮО ИО РАН)
353467, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Геленджик, ул. Просторная 1г
E-mail: evsgeol@rambler.ru

Руднев Валерий Иванович, младший научный сотрудник

Южное отделение Института океанологии им. П. П. Ширшова Российской академии наук (ЮО ИО РАН)
353467, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Геленджик, ул. Просторная 1г
E-mail: evsgeol@rambler.ru

В начале 60-х гг. прошлого столетия, наряду с региональным эхолотированием, измерение глубин в океанах и морях стали проводить на полигонах. На разновеликих площадях исследования осуществлялись комплексно, с использованием нескольких методов: эхолотного промера, сейсмопрофилирования, локатора бокового обзора, подводного фотографирования, наблюдений с подводных обитаемых аппаратов. В результате таких работ был получен богатый фактический материал по рельефу дна. Определилась, прежде всего, высокая информативность всех данных как в целом, по объему выполняемых работ, так и в частности, по плотностям всевозможных наблюдений и количеству геологических станций. Исследованиями на сравнительно детальных полигонах было выявлено, что подводная материковая окраина обладает большим разнообразием и неоднородностью строения многих морфоструктур. Из 45-ти площадей, отработанных в Черном море, в аспекте данной статьи наибольший интерес представляют Геленджикский полигон и Голубая бухта. По результатам проведенных здесь работ составлен комплект батиметрических и геоморфологических карт. Подготовлены обзорные профили рельефа дна и всевозможные схемы. Повторная обработка первичных данных позволила определить характерные свойства бровки шельфа. В ее морфоструктурных и морфоскульптурных особенностях отражаются специфические черты геоморфологии и палеогеографии материковой отмели. Наглядным методом представления рельефа дна бровки шельфа является изображение ее батиметрических отметок (морфометрических данных), вынесенных на вертикальную плоскость. Для такого построения были использованы шестнадцать субмеридиональных эхолотных профилей. Местоположение точек перегиба бровки обеспечено точными координатами. Это позволило показать роль неотектонических вертикальных движений и других рельефообразующих факторов, принимающих участие в морфоструктурном преобразовании материковой отмели, представленной в проекции на вертикальную плоскость.

Ключевые слова: полигон, батиметрия, бровка шельфа, морфоструктура, морфоскульптура, рельеф, неотектоника, проекция

NEOTECTONIC DEVELOPMENT OF EXTERNAL CONTINENTAL MARGIN OF THE NORTH-EAST SITE OF BLACK SEA

Yevsyukov Yuriy D.
C.Sc. in Geography, Leading research assistant
Southern Branch of P. P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences
1g Prostornaya st., Gelendzhik, Krasnodar region, 353467, Russian Federation
E-mail: evsgeol@rambler.ru

Rudnev Valeriy I.
Younger Research Assistant
Southern Branch of P. P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences
1g Prostornaya st., Gelendzhik, Krasnodar region, 353467, Russian Federation
E-mail: evsgeol@rambler.ru

In the early sixties of the last century, together with regional echo-sounding, the measurement of depths at oceans and seas began to produce on ranges. On different-sized areas, researches performed in a complex with usage of several methods: echo-sounding, seismic profiling, side imaging sonar, submarine photographing and observations from submarine manned devices. As a result of such works was obtained rich actual material of the bottom topography. First of all it is determined high information capacity of all the

data on volume of attended operations as a whole, and on density of various observations and quantity of geological stations in particular. Research on a relatively detailed ranges revealed, that the submarine continental margin has a large variety and heterogeneity of the structure of many morphostructures. From 45 areas completed in Black sea, in the aspect of this article, the greatest interest represented by ranges Gelendzhiksky and in the Blue bay. The results of the work here are the set of charts: bathymetric, geomorphological, prepared survey profiles of the bottom relief and various schemes. Reprocessing of previously received primary data allowed us to specify the characteristic properties of the shelf edge. In its morphostructural and morphosculptural features reflected the specific characteristics of the geomorphology and paleogeography of the continental shelf. A graphic representation of the bottom topography of the shelf edge is the image of its bathymetric marks (morphometric data), taken out in projection to a vertical plane. For such construction were used sixteen submeridional echo-sounding profiles. The location of the inflection points of the edge provided exact coordinates. It helps to demonstrate the role of neotectonics vertical movements and others relief-forming factors involved in the morphostructural transformation of the continental shallow provided in projection to a vertical plane.

Keywords: range, bathymetry, shelf edge, morphostructure, morphosculpture, relief, neotectonics, projection

Введение

К настоящему времени детальные исследования рельефа дна в Черном море выполнены Южным отделением Института океанологии РАН на 45-ти полигонах [6]. По периферии бассейна они располагаются неравномерно, что характерно и для основных параметров полигонов: плотностям промерных галсов, их суммарным протяженностям, площадям и т.д. Эти показатели чаще всего определялись задачами, которые ставились перед выполнением тех или иных экспедиционных работ. В конечном итоге было выявлено, что подводная материковая окраина обладает большим разнообразием и неоднородностью строения многих морфоструктур [5, 8, 9].

Из всех полигонов, обследованных нами в Черном море, в аспекте данной статьи наибольший интерес представляют детальные исследования рельефа дна на Геленджикском полигоне [5] и в Голубой бухте [4]. На Геленджикском полигоне, как на метрологическом осуществляются обобщения полученных ранее материалов и проведение в настоящее время геолого-геофизических, гидрофизических, биологических и других наблюдений. Выявленные особенности морфологии Голубой бухты позволили определить объем грязекаменного материала, вынесенного в ее акваторию катастрофическим наводнением 6 июля 2012 г. [7].

Цель настоящей статьи заключается в дополнительной обработке первичных материалов эхолотных промеров, выполненных на площадях вблизи Геленджика и Голубой бухты. На основе анализа этих данных и геолого-геофизических сведений, известных по опубликованным работам, сделана попытка определить приоритетность рельефообразующих процессов. Подчеркивается роль неотектоники в морфоструктурном преобразовании рассматриваемого района, что также отразилось в рельефе бровки шельфа, представленной в проекции на вертикальную плоскость.

Методика и объем работ

Основные сведения этого раздела приведены в статьях о полигонах: Геленджикском [5] и Голубой бухте [4]. В этой связи отметим наиболее характерные особенности исследований рельефа дна на этих площадях.

Эхолотирование Геленджикского полигона выполнено на НИС «Акванавт» по системе взаимно пересекающихся галсов длиной 16 км, с межгалсовыми расстояниями 0,4–0,9 км. Общая протяженность промера составила немногим более 700 км. Измерения глубин осуществлялись судовым эхолотом «FP-840» фирмы «Japan Marina» с точностью ± 0,5 %. Для определения координат использовалась спутниковая навигационная система «GPS-120XL» фирмы «Garmin». Точность устройства ± 10 м.

В Голубой бухте эхолотный промер осуществлен на НИС «Ашамба». Получено 38 галсов (длина 400–1100 м), расстояние между которыми 20–70 м. Суммарная протяженность съемки 25 км, площадь – 2,8 км^2. По-существу – это микрополигон. Промер проводился судовым мелководным эхолотом «FURUNO FCV-600L». Измеряемый диапазон глубин 2–500 м, точность определения расстояния до дна составляла ± 0,1 м. В процессе съемки определение координат судна выполнялось с помощью спутниковой навигационной системы «GARMIN-128», средняя статистическая погрешность которой ± 8 м.

Результаты обработки материалов

По материалам эхолотных промеров изготовлена серия карт и обзорных профилей рельефа дна. Для Геленджикского полигона комплект батиметрических карт (в разных масштабах и с различным сечением изобат) составлялся как по традиционной методике, в процессе камеральной обработки полученных данных, так и с помощью компьютерной техники. Сходимость и точность положения изобат оказалась в обоих случаях вполне удовлетворительными.

На первичной карте Голубой бухты из-за малой ее площади съемочные галсы расположены хаотично. Это создавало определенные трудности для представления обзорных профилей рельефа дна. Поэтому профили были сняты непосредственно с батиметрической карты, что было обусловлено необходимостью расположить их вдоль и поперек простирания морфоэлементов донной поверхности микрополигона.

К практической реализации такой задачи были разработаны модули для сбора комплексных данных, их первичной обработки и анализа. Создана улучшенная методика и программное обеспечение для построения батиметрических карт и обзорных профилей. Это наилучшим образом подходит для небольших полигонов, которым и является район Голубой бухты.

Геоморфологические карты составлялись с учетом морфоструктурных признаков исследованных площадей. Они дают возможность показать строение шельфа, материкового склона, а в его пределах – крупные выступы, густую сеть подводных долин, каньонов и сопряженных с ними разновеликих гряд, а также распространение оползневых тел. На геоморфологической карте Голубой бухты показаны: прибрежная ступень, уступ, днище депрессии и элементы рельефа донной поверхности. Они изображены площадными, линейными и другими условными знаками.

Морфоструктуры материковой окраины

Рассматриваемый район входит в состав зоны контакта горного сооружения Большого Кавказа и Черноморской впадины. Первый из них испытывает интенсивное современное поднятие, и в то же время акватория бассейна является областью погружения, в процесс которого вовлечено и побережье [3, 13].

Область контакта Северо-Западного Кавказа и Черноморской впадины представляет большой интерес для познания неотектонического развития морфоструктур региона. Субширотные и субмеридиональные разломы обуславливают здесь мозаичное строение хребтов и гряд [1]. При этом размеры блоков составляют от 3×4 до 13×17 км. Блоки малых размеров характерны для горстово-грабеновых структур, которые прослеживаются от Анапы до Геленджика.

Морфоструктурный анализ элементов рельефа суши прилегающих к бухтам Голубой и Геленджикской, и морского дна показал, что в новейшее время основную роль здесь играли блоковые движения [1]. Вдоль берега располагаются горные массивы Абрау, Дооб, Идокопас. А от Анапы через Цемесскую бухту и до района к востоку от Геленджика простирается сложно построенная отрицательная морфоструктура, внутригорная впадина, подобная грабену [13].

При выполнении исследований в прибрежно-шельфовой зоне северо-восточной окраины Черного моря И.Г. Авенариус с соавторами выделили девять морфоструктур [1]. Наибольший интерес представляют две из них: Дообская и Геленджикская. Зона шельфа в первой морфоструктуре (ширина около 6 км) испытывала незначительные прогибания. Осадочный слой здесь развит неравномерно. На траверзе мыса Дооб (глубина моря 35–40 м), в коренных (флишевых) породах, отмечен субширотный прогиб, заполненный отложениями голоцена мощностью немногим более 30 м. В направлении берега и бровки шельфа эта толща выклинивается [1, 2, 12].

Отмеченные выше общие представления о морфоструктурах материковой окраины в настоящее время пополнились новыми данными о детальном строении рельефа дна вблизи Геленджика и в Голубой бухте. На рисунке 1, А показан фрагмент батиметрической карты рассматриваемого района [5]. На сравнительно коротком расстоянии (16 км вдоль побережья) ширина шельфа резко меняется. На северо-западе (вблизи мыса Дооб) она составляет 5,5 км, на траверзе Голубой бухты – немногим более 4 км, а к юго-востоку от Геленджика шельф расширяется до 9,5 км. В пределах этой площади выделяются прибрежная и материковая отмели.

Прибережная отмель к северо-западу от Голубой бухты имеет ширину 600–650 м, вблизи бухты Геленджикской – 1,0–1,2 км, а к юго-востоку она увеличивается до 1,5 км. Поверхность дна этой зоны сложена мелко расчлененным рельефом (амплитуда 2–4 м). Эти неровности представляют собой, по-видимому, обнажения флишевых пород. Они образуют здесь прерывистые поперечные (относительно берега) и продольные гряды. Первые из них имеют длину не более 100 м, а вторые достигают 200–300 м. Характерно, что такие элементы мезорельефа встречаются на Таманском шельфе, вблизи Дивноморское – Бетта [6], и в других участках прибрежной отмели [2].

На крайнем северо-западе района прибрежная отмель на глубине 20–22 м плавно переходит в материковую отмель. От траверза Голубой бухты и далее на юго-восток отмели разделены пологим уступом высотой 5–7 м [5].

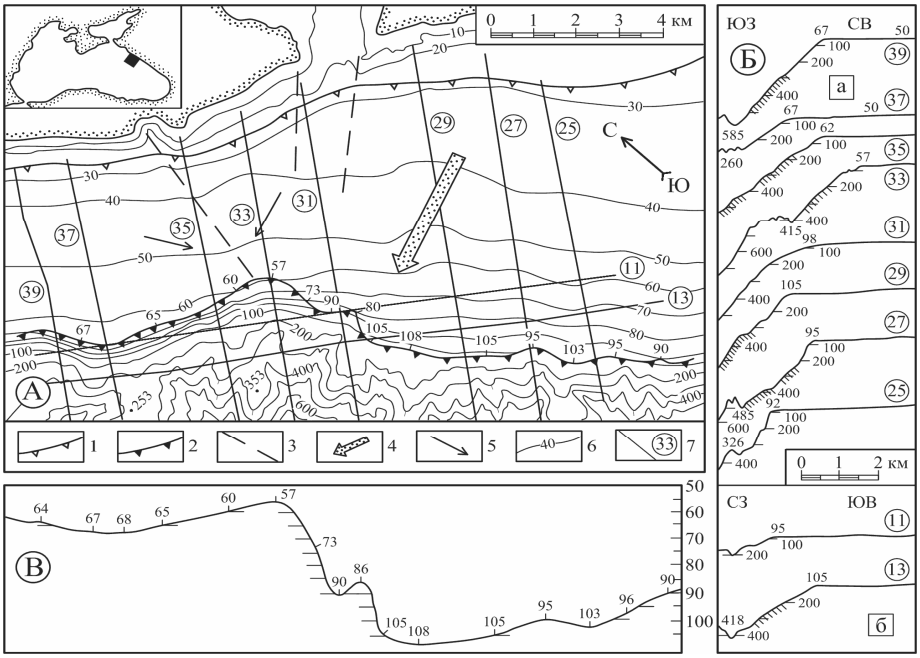

Рис. 1. Подводная материковая окраина вблизи Геленджика

А – фрагмент батиметрической карты (по [4]): 1 – граница прибрежной отмели; 2 – бровка шельфа; 3 – разломы. Наклоны материковой отмели: 4 – генеральный; 5 – локальные; 6 – изобаты; 7 – иллюстрируемые профили рельефа дна и их номера. Левый верхний угол – положение района исследований. Б – обзорные профили рельефа дна относительно берега: а – поперечные; б – продольные. Наклонная штриховка на профилях – оползневые тела. В – рельеф бровки шельфа и ее морфометрические показатели в проекции на вертикальную плоскость.

Материковая отмель характеризуется сравнительно ровной поверхностью. При общем юго-западном наклоне (в среднем 10–20') отмечены локальные участки, где наклоны дна направлены к самой узкой (4,1 км) части шельфа (рис. 1, А). Эта характерная особенность определяет положение слабозаметного прогиба, приуроченного к субмеридиональному разлому. Его существование подтверждается морфологическими и геолого-геофизическими данными [5, 13]. На оси этого разлома располагаются долина реки Ашамбы и верховье крупного одноименного каньона на материковом склоне.

Бровка шельфа представляет собой четкий перегиб дна, отделяющий внешний шельф от материкового склона. А.В. Ильин отмечал: «Поверхность современного шельфа была образована в период морских трансгрессий, вызванных таянием четвертичных ледников» [10]. Вместе с тем, в морфоструктурных и морфоскульптурных особенностях бровки шельфа отражаются специфические черты геоморфологии и палеогеографии материковой отмели [15].

В отличие от других участков материковой отмели [6, 8] вблизи Геленджика бровка шельфа в плане слабоизвилиста. На траверзе Голубой бухты располагается довольно заметный изгиб бровки, выпуклой стороной обращенный в сторону берега на глубину 1,3 км (рис. 1, А). Этот изгиб, вероятно, обусловлен интенсивным внедрением в край шельфа верховья подводного каньона Ашамба. Здесь бровка шельфа отмечена глубиной 57 м, на северо-западном участке полигона – 65–68 м, а в средней по простиранию части она

погружена до 105–108 м. В общем виде отчетливо видно: чем шире шельф, тем более глубоко расположены его бровки. Однако ниже будет показано, что это не единственная зависимость.

Одним из наглядных и эффективных методов представления характера бровки шельфа является изображение ее батиметрических отметок (морфометрических показателей), вынесенных на вертикальную плоскость. Этот метод был использован нами при обработке данных о рельефе бровки шельфа Керченского полигона [9] и полигонов в северо-западной части Черного моря [8]. Однако намного раньше А.В.Ильин показал, что «график колебаний внешнего края отмели» Атлантического океана, которые связаны с «тектоническими движениями, как единственной причиной, обусловившей колебание глубины внешнего края шельфа» [10].

К настоящему времени в Черном море Южным отделением ИО РАН детальные исследования рельефа дна выполнены на 45-ти полигонах [6]. На этих полигонах выполнен предварительный анализ 197-ми профилей. При этом отмечено два типа перегиба бровки: резкий и плавный. Первый из них чаще всего обусловлен процессами новейшей тектоники и связан со сбросами [11], а второй сглажен голоценовой седиментацией [12].

По результатам выполненных исследований на полигонах Черного моря [6] выявлено разнообразие и неоднородность строения внешнего шельфа и, как минимум, верхней части материкового склона [4, 5, 8, 9]. Происходившие в новейшее время морфоструктурные преобразования этих двух зон вполне естественно отражались в специфических чертах строения бровки шельфа.

Для представления морфометрических показателей на вертикальной плоскости использовано 16 эхолотных профилей Геленджикского полигона (рис. 1, Б). Приведенный нами профиль (рис. 1, В) в средней своей части делится на две части экстремальными отметками 57 и 108 м. В левой из них отмечен прогиб на 11 м. При этом мористая часть бровки (отм. 68 м), по сравнению с фланговыми участками (отм. 60 и 64 м) располагается от берега всего на 700 м дальше. Таким образом, прогиб объясняется не удаленностью от берега (т.е. общей шириной шельфа), а его погружением, которое, по-видимому, обусловлено новейшими тектоническими движениями, происходящими во внешней зоне материковой отмели.

Батиметрическое положение бровки шельфа в средней части профиля (рис. 1, В, отм. 57 и 108 м) связано, вероятно, с разломом и, возможно, с зоной разломов. Минимальное значение 57 м приурочено к верховью каньона, обусловлено его врезанием в материковый склон и «проникновением» во внешний шельф. Отметки 86 и 90 м на крутом склоне показывают, по-видимому, боковой приток основного каньона.

В правой половине профиля (рис. 1, В) наблюдаются совершенно иные особенности внешней зоны шельфа. Здесь он сравнительно резко расширяется от 7 км (траверз Толстого мыса, Геленджикская бухта) до 10 км вблизи пос. Дивноморское. В средней части этого отрезка определены колебания бровки шельфа в пределах 8–10 м (отм. 105, 95, 103 м), при этом южный фланг отмечен уменьшением глубин до 90 м. Таким образом, установлена обратная закономерность: с увеличением ширины шельфа его бровка испытывает подъем на 18 м. Это наиболее убедительный факт, показывающий, что морфологическим методом определено неотектоническое воздымание внешнего шельфа между Геленджиком и поселком Дивноморское.

Следует также отметить, что морфологические показатели бровки шельфа сняты из 16-ти эхопрофилей Геленджикского полигона. Местоположение точек перегиба бровки обеспечено точными координатами, что позволило впервые показать неотектонические преобразования внешней зоны материковой отмели.

Материковый склон. Верхняя его часть сложена разновеликими выступами. Их вершинные поверхности (площади 1–2 км^2) представлены тектонически расчлененным рельефом (амплитуда – первые десятки метров) (рис. 1, Б, проф. 33, 37). Они располагаются на глубине 250–530 м. По ряду морфологических признаков есть основание предполагать, что выступы представляют собой относительно крупные оползневые блоки, возможно, сбросы.

Материковый склон сильно расчленен густой сетью подводных долин и каньонов. Предполагается, что большинство из них простирается вдоль разломов, обусловивших их залегание. Дальнейшее их развитие связано с эрозионными процессами. Продольные (относительно бровки шельфа) разломы, по-видимому, меньшей протяженности, могли способствовать дроблению материкового склона на разновеликие блоки.

Каньоны и долины материкового склона сопряжены со сложно построенными грядами. Они в основном ориентированы в направлении СВ–ЮЗ. Их длина от 3–4 до 9 км, а высота 150–300 м. Склоны гряд осложнены мелкими врезами, узкими ступенями, невысокими уступами.

Материал эхолотного промера на Геленджикском полигоне обладает хорошим качеством. Это дало возможность получить представление о широком распространении оползневых тел, а вероятнее всего, оползневых массивов, которые располагаются в интервале глубин от 200 до 1300 м (рис. 1, Б, оползни показаны до 600 м). По характеру эхолотных записей можно предположить, что оползневые тела и массивы сложены рыхлыми или полууплотненными образованиями мощностью 50–70 м. Выполненные расчеты показали, что они занимают свыше 50 % исследованной площади.

Рельеф дна Голубой бухты. Ее конфигурация имеет форму полуромба. По граням протяженность береговой линии составляет: с запада 300 м, северо-востока 550 м, а с востока – 800 м. В поперечном сечении дно бухты представляет собой морфологически четко выраженную депрессию (грабен). Мористые участки берегов отмечены мысами, условно названными Западным и Восточным, высота которых соответственно 18–20 м и 11–13 м.

Подводная часть бухты оконтурена по периметру прибрежной ступенью. Ее ширина от 70–100 м до 230–260 м, при этом большие значения приурочены к выступам мысов, подверженных интенсивной абразии. Ступень ограничена бровкой, которая располагается на глубинах 4 м (западная) и 7 м (восточная).

Ниже бровки рельеф дна бухты представлен склоном, подножие которого располагается на глубине от 9–10 м (запад) до 22 м (восток). Склон характеризуется резкой неоднородностью морфологии. На траверзе мыса Западный его ширина (в плане) 450 м, а в рельефе дна он осложнен грядами и ложбинами субмеридиональной направленности. Их длина 200–450 м, амплитуда 3–5 м. В северном направлении этот склон сужается и переходит в крутой (13–17°) локальный уступ, высота которого около 8 м.

Сравнительно пологий восточный склон бухты выражен в рельефе проще. На расстоянии около 800 м его ширина (с юга на север) уменьшается от 230 до 100 м. На траверзе мыса Восточный он осложнен тектонически раздробленной ступенью, которая сложена субмеридиональными грядами

и ложбинами амплитудой 2–4 м. На различных батиметрических уровнях этот склон осложнен узкими (40–70 м) ступенями и относительно крутыми (9–11°) уступами высотой 2–6 м. По-видимому, их образование, связано с абразионно-эрозионными процессами.

Осевая часть бухты представлена днищем депрессии шириной 200–300 м. Ее верховье отмечено двумя субгоризонтальными поверхностями, которые разделены пологим уступом. На траверзе мыса Восточный депрессия расширяется и теряет свою морфологическую выраженность. То же самое происходит с прибрежной ступенью и склоном.

Происхождение и развитие рельефа дна

Представленный в статье материал детального исследования рельефа дна Геленджикского полигона и Голубой бухты в совокупности с геолого-геофизическими данными и сведениями об орографии прилегающей суши дают основание сделаь предположение. К происхождению и развитию рельефа изученных площадей причастен ряд тесно взаимодействующих рельефообразующих факторов. На различных этапах эволюции это могли быть тектонические движения разного знака (как по вертикали, так и по горизонтали), абразионные, эрозионно-аккумулятивные и другие процессы. На формирование морфоструктур исследованного района в целом и Голубой бухты в частности эти факторы могли воздействовать в разное время как индивидуально, так и во взаимосвязи. На основе приведенных выше материалов попытаемся, с некоторой долей вероятности, определить возможную последовательность морфоструктурной перестройки данной территории в период новейшего (поздний плейстоцен-голоцен) этапа развития.

Рассматриваемый район характеризуется рядом отличительных особенностей строения морфоструктур суши и морского дна. К примеру, юго-восточный угол морфологически сложно построенной горы Дооб вплотную подходит к Голубой бухте. От вершины к ее подножию веером расходятся три разновидности долин, большинство из которых – висячие, обращенные к обрывистому береговому уступу.

Восточный сравнительно пологий (углы наклона от 6 до 14°) склон горы Дооб осложнен эрозионными долинами. Последние «вливаются» в русло реки Ашамба, заложение которой обусловлено одноименным разломом. Обрывистые прирусловые склоны реки (высота 3–5 м) представлены пойменными отложениями (глины, суглинки, глинисто-песчаные отложения и др.), среди которых часто встречается окатанная галька. Это дает основание предполагать, что в сравнительно недавнее время (ранний голоцен) долина реки гипсометрически располагалась на 10–12 м ниже современного уровня, что способствовало проникновению моря на расстояние до 5 км от современного берега [4].

К востоку от р. Ашамбы располагаются грядовые возвышенности, западные склоны которых имеют углы наклона от 18 до 42° (на отдельных участках свыше 50°). Вполне вероятно, что эти морфоструктуры были составной частью сравнительно обширного горного массива Дооб. В новейшее время (средний неоплейстоцен?) восточный фланг массива был расчленен субмеридиональными разломами на отдельные блоки, грядовые возвышенности.

В процессе дальнейшего неотектонического формирования морфоструктурного облика района могли произойти следующие события. Либо средняя

из них, с отм. 132 м, была сжата по продольной оси, либо вся гряда вдоль разломов была смещена примерно на 400 м к северу, что и определило появление Голубой бухты и контрастных элементов ее морфологии. Вероятно, восточная грядовая возвышенность испытала при этом смещение (примерно на 350 м) к югу. В дальнейшем мористая ее часть под воздействием интенсивной абразии приобрела округлую форму.

Это наиболее вероятная «модель» происхождения и развития на суше и морском дне морфоструктур, прилегающих к Голубой бухте. Однако сложно построенные и чрезвычайно дислоцированные пласты пород обрывистых берегов бухты наглядно показывают, что неотектонические процессы рассматриваемой материковой окраины обладали намного большей интенсивностью, нежели та, что показана выше.

Прибрежные террасы, расположенные на высоте 18–20 м (мыс Западный) и 11–13 м (мыс Восточный) отмечают ее перекос в восточном направлении. В районе Тонкого мыса (Геленджикская бухта) высота террасы не превышает 2–3 м. Ранее было показано [5], что в этом же направлении отмечен перекос (от 55 до 105 м) материковой отмели. Однако повторная обработка данных о рельефе дна дает возможность по-иному рассматривать морфоструктурное преобразование материковой окраины этого района.

Например, на профиле рельефа бровки шельфа (рис. 1, В) показано, что экстремальные значения (отм. 55 м и 108 м) приурочены к средней его части и, по-видимому, обусловлены зоной разломов. Вполне вероятно, что они играли существенную роль не только в неотектонической перестройке суши (образование бухт Голубой и Геленджикской), но и шельфа. Не исключена возможность, что в юго-восточной части района произошло сравнительно обширное воздымание с образованием обрывистого Толстого мыса и подъемом материковой отмели.

Учитывая неотектонические движения, прежде всего вертикальные, можно предположить, что террасы Голубой бухты вначале были сформированы на несколько низшем (на 5–7 м) уровне. По данным публикаций, широко распространенные на побережье Черного моря террасы такой высоты (12–15 м) образовались в период существования карангатского (поздний плейстоцен) бассейна [14].

Приведенные показатели позволяют с определенной долей вероятности предположить, что Голубая бухта как морфоструктура образовалась либо в конце плейстоцена, либо в раннем или среднем голоцене. Геоморфологически это подтверждается на примере молодых обрывистых берегов, окружающих бухту, и в выразительном рельефе ее дна. В любом случае рельеф дна Голубой бухты по возрасту моложе береговых террас на мысах Западном и Восточном.

Необходимо отметить, что регрессивно-трансгрессивные процессы существенно влияли на скорость осадконакопления [12] и формирование подводных террас. Наиболее широко они развиты в северо-западной части Черного моря [8], к югу от Керченского пролива [9] и на Таманском шельфе [5], где насчитывается до семи террасовых уровней. В Прикавказской части бассейна они встречаются фрагментарно [6]. По данным сейсмоакустического профилирования на траверзе Голубой бухты выявлены две слабовыраженные террасы [5, 12].

Верховья каньонов внедряются в пределы шельфа на различные расстояния. Так, на Евпаторийском полигоне они составляют от 1,5 до 8 км [8], на Керченском от 4–6 км до 10–12 км [9], а на Дунайском – свыше 30 км [5]. Для Прикавказской зоны шельфа эти показатели составляют первые сотни

метров, иногда не более 1–1,5 км [6]. К их числу относится и каньон Ашамба, заложение которого обусловлено одноименным разломом [5]. Приведенные сравнения со всей очевидностью подтверждают молодой возраст каньона Ашамба, а процесс разрушения края шельфа здесь только начал проявляться.

Заключение

В содержании данного сообщения приведен широкий спектр тесно взаимодействующих рельефообразующих факторов, принимавших участие в морфоструктурном преобразовании материковой окраины вблизи Геленджика. Вероянее всего, процесс эволюции происходил здесь ритмично, с усилением одних и ослаблением других факторов. При этом не подлежит сомнению, что ведущее место занимали неотектонические движения (вертикальные и горизонтальные) разного знака. Заложение и формирование Голубой бухты как морфоструктуры обусловлено встречно направленными движениями грядовых блоков по разломам. Основным в их числе является разлом Ашамба, оказавший влияние на развитие рельефа суши, шельфа и материкового склона. Новейшая тектоническая активность отражена также в преобразовании внешней зоны материковой отмели. Это впервые наглядно показано нами в рельефе бровки шельфа в проекции на вертикальную плоскость.

Список литературы

1. Авенариус И. Г. Морфоструктурный анализ прибрежно-шельфовой зоны северо-восточной части Черного моря / И. Г. Авенариус, Н. Н. Дунаев, М. Г. Юркевич // Океанология. – 1980. – Т. 20, № 5. – С. 894–899.
2. Айбулатов Н. А. Геоэкология шельфа и берегов морей России / Н. А. Айбулатов, В. В. Гордеев, Л. Л. Демина и другие // Черное море. – Москва : Ноосфера, 2001. – С. 166–212.
3. Благоволин Н. С. Современные вертикальные движения берегов Черного и Азовского морей / Н. С. Благоволин, С. В. Победоносцев // Геоморфология. – 1973. – № 3. – С. 46–55.
4. Евсюков Ю. Д. Детальное строение рельефа дна Голубой бухты (северо-восточная часть Черного моря) / Ю. Д. Евсюков, В. И. Руднев, А. Б. Хворощ и другие // Наука Кубани. – 2011. – № 1. – С. 48–53.
5. Евсюков Ю. Д. Детальное строение рельефа дна на Геленджикском полигоне (Черное море) / Ю. Д. Евсюков // Доклады Академии наук. – 2003. – Т. 389, № 1. – С. 111–114.
6. Евсюков Ю. Д. Детальные исследования рельефа дна на полигонах Черного моря / Ю. Д. Евсюков // Комплексные исследования Черного моря. – Москва : Научный мир, 2011. – С. 363–378.
7. Евсюков Ю. Д. Долина реки Ашамба и Голубая бухта после наводнения на северо-востоке Черного моря / Ю. Д. Евсюков, В. И. Руднев, С. Б. Куклев и другие // Геология, география и глобальная энергия. – 2013. – № 1 (48). – С. 9–17.
8. Евсюков Ю. Д. Неоднородность морфоструктур на полигонах северо-западной части Черного моря / Ю. Д. Евсюков, В. И. Руднев // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 3 (46). – С. 133–143.
9. Евсюков Ю. Д. Новые данные по геоморфологии и неотектонике материковой окраины в районе Керченского пролива / Ю. Д. Евсюков, К. М. Шимкус // Доклады Академии наук. – 1995. – Т. 344, № 1. – С. 83–86.
10. Ильин А. В. О вертикальных движениях шельфа Атлантического океана в послеледниковое время / А. В. Ильин // Доклады Академии наук СССР. – 1968. – Т. 182, № 2. – С. 422–425.
11. Муратов М. В. История формирования глубоководной котловины Черного моря в сравнении с впадинами Средиземного / М. В. Муратов // Геотектоника. – 1992. – № 5. – С. 22–41.
12. Мурдмаа И. О. Послеледниковые события на северо-восточном шельфе Черного моря / И. О. Мурдмаа, Е. В. Иванова, О. В. Левченко и другие // Актуальные проблемы океанологии. – Москва : Наука, 2003. – С. 292–317.
13. Перерва В. М. Соотношение рельефа и блоковой структуры краевой зоны северо-западного погружения Большого Кавказа / В. М. Перерва // Геоморфология. – 1981. – № 3. – С. 72–77.

14. Федоров П. В. Новые данные о террасах Черноморского побережья Болгарии / П. В. Федоров, Ф. А. Лилиенберг, В. К. Попов // Доклады Академии наук СССР. – 1962. – Т. 144, № 2. – С. 431–134.

15. Щербаков Ф. А. Особенности рельефа бровки шельфа Северного Кавказа / Ф. А. Щербаков, Н. В. Есин // Океанология. – 1994. – Т. 32, № 2. – С. 283–286.

References

1. Avenarius I. G., Dunaev N. N., Yurkevich M. G. Morfostrukturnyy analiz pribrezhno-shelfovoy zony severo-vostochnoy chasti Chernogo morya [A morphostructural analysis of the near-shore shelf zone of the north-eastern Black Sea]. *Okeanologiya* [Oceanology], 1980, vol. 20, no. 5, pp. 894–899.

2. Aybulatov N. A., Gordeev V. V., Demina L. L. et al. Geoekologiya shelfa i beregov morey Rossii [Geoecology of shelf and coasts of Russian seas]. *Chernoe more* [Black Sea], Moscow, Noosfera Publ., 2001, pp. 166–212.

3. Blagovolin N. S., Pobedonostsev S. V. Sovremennye vertikalnye dvizheniya beregov Chernogo i Azovskogo morey [Modern vertical movements of shores of the Black and Azov seas]. *Geomorfologiya* [Geomorphology], 1973, no. 3, pp. 46–55.

4. Yevsyukov Yu. D., Rudnev V. I., Khvoroshch A. B. et al. Detal'noe stroenie rel'efa dna Goluboj buhty (severo-vostochnaja chast' Chernogo morja) [Detailed structure of the bottom relief of Blue bay (northeast part of Black sea)]. *Nauka Kubani* [Science of Kuban], 2011, no. 1, pp. 48–53.

5. Yevsyukov Yu. D. Detalnoe stroenie relefa dna na Gelendzhikskom poligone (Chernoe more) [Details of the bottom relief structure at the Gelendzhik polygon (the Black sea)]. *Doklady Akademii nauk* [Proceedings of Academy of Sciences], 2003, vol. 389, no. 1, pp. 111–114.

6. Yevsyukov Yu. D. Detalnye issledovaniya relefa dna na poligonakh Chernogo morya [Detailed researches of a bottom relief on the ranges of the Black sea]. *Kompleksnye issledovaniya Chernogo morya* [Complex Researches of the Black sea], Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2011, pp. 363–378.

7. Yevsyukov Yu. D., Rudnev V. I., Kuklev S. B. et al. Dolina reki Ashamba i Golubaya bukhta posle navodneniya na severo-vostoke Chernogo morya [Flooding on the Ashamba river in the wake of a Black sea storm]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2013, no. 1 (48), pp. 9–17.

8. Yevsyukov Yu. D., Rudnev V. I. Neodnorodnost morfostruktur na poligonakh severo-zapadnoy chasti Chernogo morya [Heterogeneity of the morphostructures on ranges of the northwest part of Black sea]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2012, no. 3(46), pp. 133–144.

9. Yevsyukov Yu. D., Shimkus K. M. Novye dannye po geomorfologii i neotektonike materikovoy okrainy v rayone Kerchenskogo proliva [New data on geomorphology and neotectonics of continental margin around Kerch strait]. *Doklady Akademii nauk* [Proceedings of Academy of Sciences], 1995, vol. 344, no. 1, pp. 83–86.

10. Ilin A. V. O vertikalnykh dvizheniyakh shelfa Atlanticheskogo okeana v poslelednikovoe vremya [About vertical movements of the Atlantic shelf during postglacial time]. *Doklady Akademii nauk SSSR* [Proceedings of USSR Academy of Sciences], 1968, vol. 182, no. 2, pp. 422–425.

11. Muratov M. V. Istoriya formirovaniya glubokovodnoy kotloviny Chernogo morya v sravnenii s vpadinami Sredizemnogo [History of forming of a deep-water hollow of Black sea in comparison with cavities of Mediterranean sea]. *Geotektonika* [Geotectonics], 1992, no. 5, pp. 22–41.

12. Murdmaa I. O., Ivanova Ye. V., Levchenko O. V. et al. Poslelednikovye sobytiya na severo-vostochnom shelfe Chernogo morya [Postglacial events on the north-east shelf of the Black sea]. *Aktualnye problemy okeanologii* [Actual Problems of Oceanology], Moscow, Nauka Publ., 2003, pp. 292–317.

13. Pererva V. M. Sootnoshenie relefa i blokovoy struktury kraevoy zony severo-zapadnogo pogruzheniya Bolshogo Kavkaza [Topography and block tectonic structure of the marginal plunge zone at the north-west Great Caucasus]. *Geomorfologiya* [Geomorfology], 1981, no. 3, pp. 72–77.

14. Fedorov P. V.., Lilienberg F. A., Popov V. K. Novye dannye o terrasakh Chernomorskogo poberezhya Bolgarii [New data about terraces of the Black sea coast of Bulgaria]. *Doklady Akademii nauk SSSR* [Proceedings of USSR Academy of Sciences], 1962, vol. 144, no. 2, pp. 431–134.

15. Shcherbakov F. A., Yesin N. V. Osobennosti relefa brovki shelfa Severnogo Kavkaza [Peculiarities of the relief of the shelf edge of the North Caucasus]. *Okeanologiya* [Oceanology], 1994, vol. 32, no. 2, pp. 283–286.