

kosmicheskikh snimkov [Tectonics and prospects of oil and gas bearing content of the water area of the Azov Sea, according to the decoding and complex interpretation of space pictures]. *Geologicheskii zhurnal* [Geological Magazine], 1987, vol. 47, no. 4, pp. 11–19.

9. Dovzhok Ye. M., Byalyuk B. O., Klochko V. P., et al. *Neftegazonosnyy potentsial akvatorii Azovskogo morya* [Oil and gas bearing capacity of the water area of the Azov Sea], Kiev, Ukrainian Oil and Gas Institute Publ. House, 1995. 165 p.

10. Yerofeev L. Ya. *Geofizicheskie metody pri razvedke neдр* [Geophysical methods at investigation of a subsoil], Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ. House, 2011. 267 p.

11. Kazantsev Yu. V., Kazantseva T. T., Arzhavitina M. Yu., et al. *Strukturnaya geologiya Kryma* [Structural geology of Crimea], Ufa, Ural Branch of the Academy of Sciences of the USSR Publ. House, 1989. 152 p.

12. Kuznetsov Yu. Ya., Levin L. E., Ya. P. Malovitskiy, et al. *Tektonika i neftegazonosnost okrainnykh i vnutrennykh morey SSSR* [Tectonics and oil and gas bearing content of suburban and closed seas of USSR], Moscow, Nedra Publ., 1970. 306 p.

13. Letavin A. I., Orel V. Ye., Chernyshev S. M. *Tektonika i neftegazonosnost Severnogo Kavkaza* [Tectonics and oil and gas bearing content of the North Caucasus], Moscow, Nauka Publ., 1987. 94 p.

14. Melikhov V. R., Lygin I. V., Lygin V. A., Kuprin P. N., Bulychev A. A., Andreeva O. I., Shreyder A. A. *Albom elektronnykh kart geofizicheskikh anomalii Azovo-Chernomorskogo regiona i ikh geologicheskoe istolkovanie* [Albom of electronic cards of geophysical anomalies of the Azov and Chernomorsky region and their geological interpretation]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4. Geologiya* [Bulletin of the Moscow State University. Series 4. Geology], 2006, no. 1, pp. 58–69.

15. Nikishin A. M., Bolotov S. N., Baraboshkin Ye. Yu., Brune M.-F., Yershov A. V., Kluting S., Kopaevich L. F., Nazarevich B. P., Panov D. I. *Spetsialnyy nomer zhurnala, vyshedshiy v god 40-letiya Krymskoy bazy MGU* [The special issue which left in a year of the 40 anniversary of the MSU]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4. Geologiya* [Bulletin of the Moscow State University. Series 4. Geology], 1997, no. 3, pp. 6–16.

16. Sologub V. B., Chekunov A.V., Pustilnikov M. R., et al. *Geologiya shelfa USSR* [Geology of the shelf of USSR], Kiev : Naukova Dumka Publ., 1987. 152 p.

17. Chebanenko I. I., Dmitriev B. I., Verkhovtsev V. G., Klochko V. P., Trofimov D. M. *K probleme yugo-zapadnoy granitsy Vostochno-Yevropeyskoy platformy* [To a problem of southwest border of the East European platform]. *Geologicheskii zhurnal* [Geological Magazine], 1989, no. 3, pp. 40–50.

18. Shiryayeva I. V., Makanov G. V., Samoylenko I. Yu. *Seysmofatsialnyy analiz nizhnemelovykh otlozheniy severo-vostochnoy chasti Azovskogo morya s tselyu poiska neftegazoperspektivnykh obektov* [The seismic facies analysis Lower Cretaceous sediments north-eastern part of the Azov Sea to find oil and gas facilities], *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2010, no. 3 (38), pp. 195–200.

НЕОДНОРОДНОСТЬ МОРФОСТРУКТУР ПОДВОДНОЙ МАТЕРИКОВОЙ ОКРАИНЫ ГОРНОГО КРЫМА

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

Попков Василий Иванович

доктор геолого-минералогических наук, профессор

Кубанский государственный университет

350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

E-mail: geoskubsu@mail.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

На протяжении последних четырех десятилетий наравне с региональным эхолотированием широко практиковалось проведение исследований рельефа дна на разновеликих по площади полигонах. В Черном море такие работы наиболее интенсивно выполнялись в 70–90-х гг. прошлого столетия. Последующая обработка полученных материалов завершалась, как правило, составлением батиметрических, геоморфологических карт, схем, обзорных профилей рельефа дна. Все эти данные использовались при подготовке ряда научных статей, которые, чаще всего, являлись информативными. По ряду объективных и субъективных причин в такую обработку включалось в лучшем случае 60–70 % от всех полученных наблюдений. В дальнейшем все материалы эхолотных промеров, включая и ранее не востребованные, анализировались в совокупности с геолого-геофизическими данными и особенностями орографии прилегающих участков суши. Это существенно расширяло ранее сложившиеся представления о строении и развитии морфоструктур исследованных территорий. Вполне естественно, что такая работа осуществлялась с учетом изменяющейся методики обработки первичных материалов, которая постоянно совершенствовалась. На основе этих принципов систематизированы и повторно обработаны материалы эхолотных промеров, проводившихся в пределах материковой окраины Горного Крыма. В статье приведена сравнительная и качественная характеристика материалов эхолотирований на полигонах и региональных профилях. Графические построения (карты, схемы, профили и т.д.) отражают разнообразие и неоднородность многих элементов мезорельефа на исследованных площадях. Приведены общие черты орографии полуострова с морфоструктурами его подводной материковой окраины. Одна из основных задач настоящей работы заключалась в представлении специфических особенностей рельефа бровки шельфа в проекции на вертикальную плоскость. Такой метод плодотворно был использован при анализе строения и преобразования материковых отмелей в ряде районов Черного моря. В данной статье характер бровки шельфа на вертикальной плоскости впервые показан в трех вариантах: внешней материковой отмели всего рассматриваемого района (по данным региональных эхопромеров) и двух полигонов – Форосского и Алуштинского. В этих построениях наиболее наглядно показана роль вертикальных неотектонических движений, обуславливающих морфоструктурную перестройку подводной материковой окраины Горного Крыма.

Ключевые слова: орография, рельеф, геоморфология, эхолотирование, морфоструктура, шельф, материковый склон, гряда, уступ

**HETEROGENEITY OF MORPHOSTRUCTURES
UNDERWATER CONTINENTAL MARGIN
OF THE MOUNTAINOUS CRIMEA**

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

Popkov Vasiliy I.

D.Sc. in Geology and Mineralogy, Professor

Kuban State University

149 Stavropolskaya st., Krasnodar, 350040, Russian Federation

E-mail: geoskubsu@mail.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

Over the past four decades together with the regional echo sounding widely practiced research bottom relief on different-sized polygons. In the Black sea such works most intensively performed in the 70–90-ies of the last century. Subsequent processing of the obtained materials was completed by compiling bathymetric, geomorphological maps, charts, and review profiles of bottom relief. All these data were used in the preparation of scientific articles. On a number of objective and subjective reasons, the researchers accounted for at best 60–70 % of all the observations. Further materials echo-sounder measurements, including not previously claimed, were analyzed in conjunction with geological and geophysical data and specific features of the orography adjacent land areas. This greatly expanded the pre-existing ideas about the structure and development of the morphological structures surveyed areas. This work was carried out taking into account the changing methods of processing of raw materials, which has been continuously improved. On this basis systematized and reprocessed materials of echo-sounder measurements carried out within the continental margin of Mountainous Crimea. The article presents a comparative and qualitative characteristic of echo sounding materials on polygons and regional profiles. Graphic plot (maps, diagrams, profiles and so on) reflect the diversity and heterogeneity of many elements of mesorelief on the studied areas. Shows the General features to the orography of the peninsula with morphostructures of its submarine continental margin. One of the main objectives of this article was to present the specific topography of the shelf edge in the projection on the vertical plane. This method was successfully used in the analysis of the structure and the transformation of the continental shelf in some areas of the Black sea. In this article the nature of the shelf edge in the vertical plane shown for the first time in three versions: the outer continental shelf of the entire monitoring area and two polygons – Foros and Alushta. In these constructions are most clearly shows the role of vertical neotectonic movements, causing morphostructural restructuring underwater continental margin of the Mountainous Crimea.

Keywords: orography, relief, geomorphology, echo sounding, morphostructure, shelf, continental slope, ridge, ledge

Введение

На географических картах, отражающих рельеф дна Черного моря и особенности орографии прилегающей суши, отчетливо видны морфологические различия юго-восточной и северо-западной областей региона. Для первой из них свойственны узкий шельф и крутой сложно расчлененный материковый склон, что обусловлено его сопряжением с резко контрастным горным рельефом вплотную подходящему к морю. Для второй – обширный шельф, отвечающий низменностям суши, и сравнительно простое строение материкового склона. Исключением здесь является Горный Крым и его сложно построенная подводная материковая окраина.

Уже много лет внимание исследователей привлекает проблема строения и развития Черноморской впадины прилегающей к Горному Крыму. Этот участок рассматривался как составная часть всего бассейна [2, 3, 11] и как самостоятельный район, обладающий специфическими особенностями морфологии полуострова и его подводного продолжения [1, 8, 13]. Данные многих публикаций показывают, что этот район изучен достаточно подробно. Однако хорошо известно, что сведения о рельефе Крымского полуострова во много раз превосходят имеющиеся представления о подводном его продолжении: шельфе, материковом склоне, подножии. В этой связи важное значение приобретают исследования рельефа дна на детальных полигонах.

К настоящему времени сотрудники лаборатории геологии Южного отделения ИО РАН выполнили геолого-геофизические исследования в Черном море на 45-ти полигонах. По периметру бассейна они расположены неравномерно [4]. Вблизи Крымского полуострова их насчитывается одиннадцать [5]. Из этого числа в данной статье рассматривается семь полигонов, расположенных на подводной материковой окраине Горного Крыма. В это число входит также участок Форосского выступа, где комплексные работы выполнены украинскими исследователями [14].

Основная задача настоящей статьи заключается в систематизации, обобщении и анализе региональных и полигонных материалов по рельефу дна. Их повторная обработка и интерпретация проводились в совокупности с опубликованными геолого-геофизическими данными, которые получены в пределах материковой окраины Горного Крыма. Рассмотрены также рельефообразующие факторы, их важность, значимость и приоритетность в перестройке морфоструктур исследованного района. Известная здесь неотектоническая активность отражена в разнообразии морфоэлементов практически на всех батиметрических уровнях.

Особое внимание уделено специфическим особенностям строения внешней зоны материковой отмели. В этой связи для данного района впервые в трех вариантах рассматривается рельеф бровки шельфа, морфометрические показатели которой представлены в проекции на вертикальную плоскость. Такой графический метод наиболее наглядно отражает вертикальные движения земной коры в зоне контакта внешнего шельфа и верхней части материкового склона.

Краткая характеристика материалов

Из многочисленных публикаций известно, что проведение экспедиционных работ и появление полученных результатов в печати разделены временем от 3–5 до 10 лет и более. В составленной нами таблице приведены сведения о материа-

лах (период с 1956 по 2006 гг.), которые использовались при подготовке данной статьи (рис. 1, А). За столь продолжительное время менялась аппаратура (эхолоты различных систем), совершенствовалась методика получения первичных материалов и, что особенно важно, последующая их лабораторная обработка. При этом длина профилей, межгалсовые расстояния и суммарная протяженность эхопрофилирований на полигонах были зависимы от экспедиционных программ и задач, основным содержанием которых являлось максимально полное выполнение комплексных геолого-геофизических исследований.

Таблица

Основные данные исследований материковой окраины Горного Крыма

Научно-исслед. судно	Организация, год	Вид съемки, Регион (Р), Полигон (П)	Тип эхолота	Межгалс. расстояние, км	Длина профилей, км	Протяж. промера, км
«Академик С. Вавилов»	ЮО ИО РАН, 1956–1965, (1970–1972)*	Р	«Кельвин-Хьюз»	5–20	30–95	730
–//–	ЮО ИО РАН, 1971, (1980)*	П	–//–	2–4	8–10	110
«Витязь»	ЮО ИО РАН, 1975, (1985)*	П	–//–	3–4	4–9	480
«Академик Петровский»	МГУ, 1984	П	«НЭЛ-5»	2–3	9–30	375
–//–	МГУ, 1985, (1987, 2011)*	П	–//–	7–13	10–60	485
«Акванавт»	ЮО ИО РАН, 1993, (1993)*	Р	–//–	–	–	480
«Владимир Паршин»	Украина, 2006, 2010	П	«Аппаратурно-программный комплекс»	8–13	10–45	570
Всего						3230

* *Примечание:* во второй колонке первые цифры – годы выполнения исследований; цифры в скобках (прописные) – публикация полученных результатов.

Некоторые пояснения к таблице. Во второй ее колонке первые цифры – это годы, в течение которых выполнялись экспедиционные исследования. А в скобках (цифры прописные) – годы, когда полученные результаты были опубликованы. Протяженность эхолотных промеров на полигонах 1820 км, а их общая площадь – 7670 км², региональных эхолотирований – 1410 км, что в сумме составляет 3230 км.

По данным региональных эхолотирований (1956–1965 гг.) были составлены первые батиметрическая и геоморфологическая карты Черного моря [3]. Часть этих материалов использована при изучении глубинного строения бассейна к югу от Крыма [1]. Из этих публикаций нами использованы как общие сведения по морфологии рассматриваемого района, так и данные глубин в зоне бровки шельфа.

На полигоне вблизи Гурзуфа эхолотным промером исследованы подводные террасы. На различных участках шельфа их насчитывается от 3–5 [3] до 8 [4]. Внешние их края ограничены морфологически четко выраженными абразионными уступами. Работы на этом полигоне сопровождались отбором проб донных осадков дночерпателями и прямоточными трубками. На основе обработки полученных материалов определены некоторые особенности происхождения и развития этих морфоэлементов шельфа [13]. Однако самое важное заключается в том, что на этом полигоне были получены морфометрические показатели по бровке шельфа, которые в свое время не были учтены при обработке первичных материалов.

Эхолотный промер на трех полигонах (рис. 1, А, табл.) выполнялся с целью поиска наиболее крутых участков материкового склона для последующего драгирования [8]. Здесь были получены материалы по рельефу дна, которые в определенной мере позволили уточнить строение материковой окраины Горного Крыма. Драгированием на этих площадях подняты образцы андезит-дацитовых туфов нижнемелового (альбского) возраста. Выполнено их сопоставление с аналогичными образцами на участке ближайшего побережья [10]. В районе Форосского выступа выполнены комплексные геолого-геофизические исследования. Работы проведены с использованием современной аппаратуры, а обработка данных производилась с помощью бортовых персональных компьютеров. Полученные материалы и картографические построения, включая и трехмерные блок-диаграммы, показывают особенности сочленения Черноморской впадины с орогеном Горного Крыма [14].

Материалы эхолотного промера на Ялтинском полигоне обладают обширными данными по морфологии материкового склона. Этот участок характеризуется резко контрастной расчлененностью рельефа дна, большим разнообразием и неоднородностью морфоэлементов, которые проявляются на всех батиметрических уровнях. Из исследованной площади выделено три зоны (своеобразное районирование), которые отличаются индивидуальными особенностями строения донной поверхности [15].

На основе общения, обработки и анализа вышеизложенных материалов составлена геоморфологическая схема материковой окраины Горного Крыма (рис. 1, Г). Ее содержание дополняет ранее выполненные построения [1, 2, 3, 11]. И, как нам представляется, в определенной мере вносит новизну в познание морфологии одного из интересных участков Черноморской впадины.

Орография Горного Крыма

Рельеф Крымского полуострова представляет собой три морфологически различно выраженные и неравные по площади части. 1 – Северо-Крымская равнина с Тарханкутской возвышенностью и одноименным полуостровом (всего около 70 %). В геологическом отношении эта территория имеет платформенное строение и относится к Скифской плите. 2 – Керченский полуостров, который в восточной части представлен холмами (высота не более 190 м). Они сложены известняками, глинами и песчаниками. Здесь находится также множество грязевых вулканов. 3 – Крымские горы (Горный Крым), это участок Альпийской складчатой области Южной Европы.

Протяженность Крымских гор около 150 км, а ширина почти 50 км. Они образуют три параллельные гряды, ориентированные с ЮЗ на СВ и разделенные продольными долинами. Все гряды имеют одинаковый характер склонов: с севера они пологие, а с юга – крутые. Внешняя (северная) гряда простирается до города Старый Крым, а ее высота составляет 145–357 м. Внутренняя – берет начало вблизи Севастополя (Сапун-гора). Ее гребень отмечен вершинами от 490 до 750 м. Эти гряды сложены мергелями, глинистыми сланцами, песчаниками, известняками.

Главная (Южная) гряда сложена из плитообразных массивов (яйл), вытянутых цепочкой с юго-запада на северо-восток в следующем порядке: Байдарская (739 м), Ай-Петринская (1320 м), Никитская (1470 м), Гурзуфская (1540 м). Наивысшая точка Крыма – гора Роман-Кош (1545 м). Все эти яйлы связаны между собой и образуют непрерывный гребень западной цепи Главной гряды. Яйлы, расположенные восточнее, представляют собой разобщенные массивы. Они разделаны глубокими горными проходами или перевалами. Восточная часть Крымских гор представлена короткими хребтами и гребнями вулканического происхождения, как массив Кара-Даг. Складчато-глыбовое строение Главной гряды [2] обусловлено поперечными разломами, многие из которых прослеживаются в пределах подводного материкового склона.

Главная гряда – самая древняя часть Крыма. Она представляет собой приподнятый блок, ограниченный с севера системой субширотных разломов. Эта структура возникла в раннемеловое время. Южные склоны Главной гряды практически на всем своем простираии круто обрываются к Черному морю, образуя отвесные стены высотой до 500 м. Яйлы соответствуют осевой зоне Крымского антиклинория. В результате молодых опусканий его южное крыло погружено под уровень Черного моря. Тектоническая активность обуславливает движение блоков гряды по продольным разломам, вызывая тем самым землетрясения.

Результаты исследований

В работе В.П. Гончарова, Ю.П. Непрочнова и А.Ф. Непрочнова [3] отмечено: «Морфологические особенности отдельных участков материкового склона, прибрежной и материковой отмелей положены в основу геоморфологического районирования дна Черного моря». Выделенный таким образом Крымский район подразделяется на: а – Центральный и б – Восточно-Крымский. Однако далее следует: «В соответствии со схемой районирования можно было бы рассмотреть по отдельности участки м. Херсонес – Ялта и Ялта – Феодосия. Но удобнее описать рельеф всего района в целом, последовательно сравнивая определенные участки отмели или склона». Объясняется это тем, что выявить на дне моря точное положение тектонических элементов или разграничительных линий, где происходит смена морфологических комплексов, затруднительно, а чаще всего и невозможно. В таком случае границы выделенных районов проведены в большей степени условно [3]. В последнее десятилетие были предприняты попытки детального районирования отдельных участков материковой окраины Российского сектора Черного моря [4, 12], однако плотность эхо- и сейсмопрофилей на полигонах оказалась недостаточной. Таким образом, существует определенная проблематичность реализации вопроса связанного с районированием.

В этой связи дальнейшее изложение особенностей морфологии материковой окраины Горного Крыма будет базироваться на результатах полигонных исследований. Наиболее выразительные формы рельефа анализируются во взаимосвязи с траверсами береговых мысов.

Формирование данного района связано с определенными этапами тектонического развития, в процессе которого здесь выделяется ряд крупных элементов донной поверхности: прибрежная и материковая отмели, материковый склон. Материковый склон сложен разными по высоте уступами, сравнительно узкими ступенями, грядами. Крупные формы рельефа состоят из более мелких, которые образовались в основном под действием экзогенных процессов [2, 3, 11, 14].

Очертания внешней материковой отмели (бровка шельфа) почти повторяет изгибы береговой линии Горного Крыма (рис. 1, А, Г). Однако ширина шельфа от места к месту изменчива. Так, на траверзе м. Фиолент она составляет 23 км. К югу от мысов Айя и Сарыч его ширина увеличивается до 32–35 км, а далее к северо-востоку сужается и вблизи Гурзуфа не превышает 5–7 км. Восточнее м. Меганом шельф расширяется до 27–30 км. В этих пределах протяженность шельфа немногим более 250 км, его средняя ширина около 15 км, а площадь почти 3750 км². Располагаясь между обширными мелководьями северо-западной и северо-восточной областями бассейна [3, 7, 9, 11], отмель к югу от Горного Крыма характеризуется индивидуальными особенностями строения донной поверхности.

Прибрежная отмель наиболее отчетливо прослеживается только в юго-западной части района. Ее ширина на траверсах мысов Херсонес и Никитин составляет 6–7 и 4–5 км соответственно. А к югу от м. Сарыч она увеличивается до 13–15 км, что соответствует конфигурации Форосского выступа. Поверхность отмели почти ровная, с углами наклона 10–15'. Однако местами она осложнена продольными грядами и ложбинами амплитудой не более 2–3 м. Они, по-видимому, сложены рыхлыми осадками и сформированы вдольбереговыми придонными течениями.

Внешняя граница прибрежной отмели совпадает либо с подножием древнего берегового уступа (высота 2–4 м), либо с плавным перегибом рельефа дна, за которым следует увеличение углов наклона до 30–40'. Такая ритмичность бровки отмели обусловлена, возможно, продольными тектоническими нарушениями.

На участке Гурзуф – Алушта ширина прибрежной отмели не превышает 1–1,5 км. Данные о строении ее поверхности отсутствуют, что может являться прецедентом к постановке вопроса о необходимости проведения здесь детальных исследований. Из работы К.М. Шимкуса, Ю.Д. Евсюкова и Р.Г. Соловьева [12] известно, что отмель на этом участке ограничена крутым уступом. Высота данного уступа от профиля к профилю составляет 25–30 м, что, возможно, обусловлено причастностью тектоники в его происхождении.

Материковая отмель. Наибольшая ее ширина (19–21 км) отмечена к юго-западу от мысов Айя и Сарыч. К северо-западу она уменьшается до 5–6 км (м. Фиолент). На этом участке отмель имеет расчлененную поверхность амплитудой 2–3 м. Ее внешняя граница выражена краевым валом (высота 5–12 м), который является характерной особенностью морфологии многих участков внешней материковой отмели Черного моря [4, 12]. На глубинах 110–220 м располагается терраса шириной 350–500 м (возможный аналог погруженного шельфа).

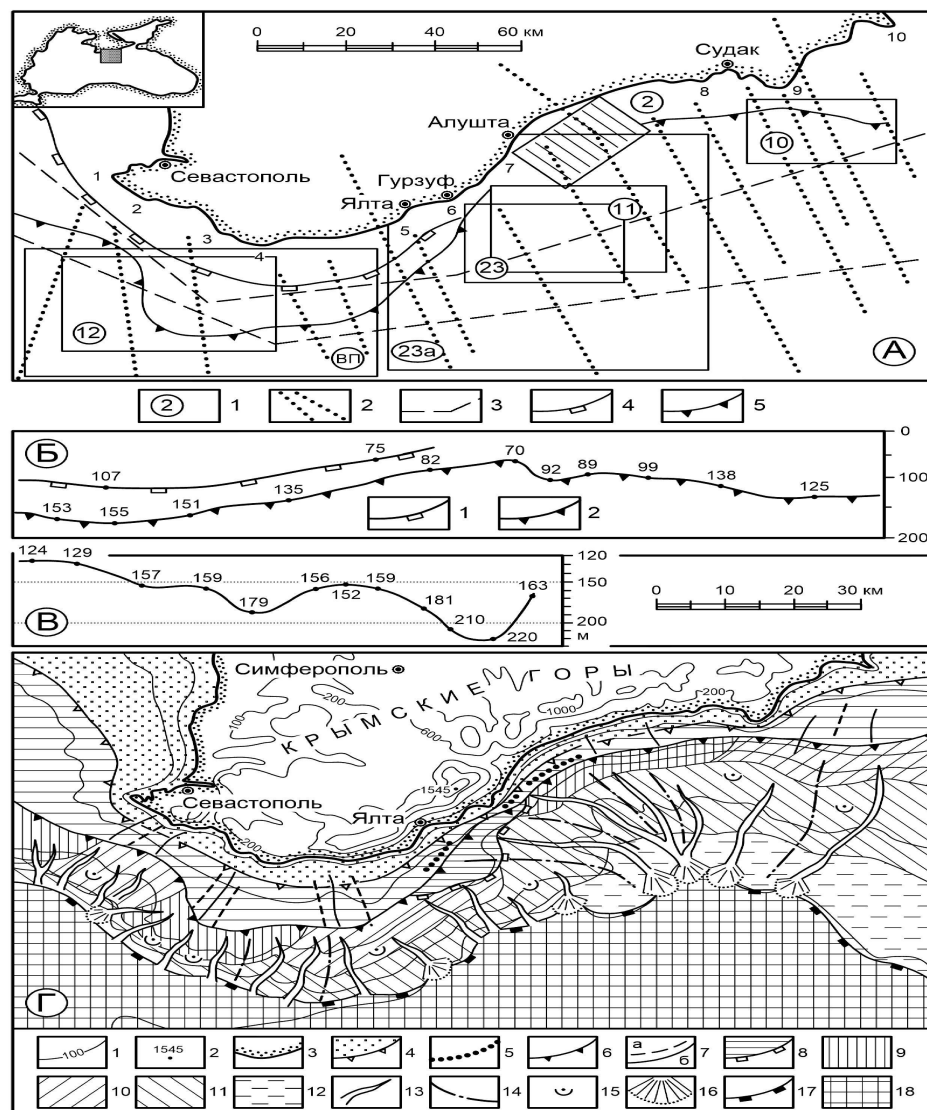


Рис. 1. Материковая окраина Горного Крыма

А – исследование рельефа дна. 1 – полигоны; цифры в кружочках (2 – по [4]; 10, 11, 12 – по [8]; ВП (НИС «Владимир Парушин») – по [14]. Региональные профили: 2 – по [3]; 3 – по [7]. Морфоэлементы: 4 – бровка абразионного уступа; 5 – бровка шельфа. Цифры вдоль берега – названия мысов: 1 – Херсонес; 2 – Фиолент; 3 – Айя; 4 – Сарыч; 5 – Айтодор; 6 – Никитин; 8 – Пещерный; 9 – Меганом; 10 – Кинк-Атлама. На врезке в левом верхнем углу – положение района исследований. Бровка шельфа в проекции на вертикальную плоскость. Б – материковая отмель Горного Крыма: 1 – бровка прибрежной отмели; 2 – бровка шельфа. В – то же Форосского выступа. Г – геоморфологическая схема. Рельеф Крымского полуострова: 1 – изогипсы; 2 – вершина горы Роман-Кош; 3 – берег полуострова. Морфоэлементы шельфа: 4 – поверхность и край прибрежной отмели; 5 – краевой вал; 6 – бровка шельфа; 7 – гряды (а) и ложбины (б) шельфа. Материковый склон: 8 – поверхность и бровка погруженного шельфа. Углы наклона материкового склона: 9 – 15–25°; 10 – 10–15°; 11 – 5–10°; 12 – менее 5°. 13 – подводные долины и каньоны; 14 – оси хребтов и крупных гряд; 15 – оползни; 16 – конусы выноса; 17 – подножие материкового склона; 18 – субабиссальная равнина

В северо-восточном направлении материковая отмель постепенно сужается и на участке Ялта – Гурзуф составляет 4–5 км. Ее внешний край выражен четким перегибом и отмечен глубинами 95–110 м. Отдельные участки здесь увенчаны краевым валом высотой около 8 м. Внешняя зона материковой отмели осложнена уступами высотой 40–45 м, внешние края которых расположены на глубинах 135–138 м. Встречаются также поперечные ложбины глубиной от 10–15 до 50 м, происхождение которых, вероятно, связано с разломами.

Наиболее детально шельф исследован на полигоне к юго-востоку от Алушты. На площади 13х24 км эхолотный промер выполнен на восьми галсах (рис. 1, А). Поверхность дна в этом районе имеет сложное морфологическое строение (рис. 2, Е). В интервале глубин от 40–50 до 80 м прослеживается крутой (10–13°) уступ. Практически на всем своем протяжении он осложнен ступенями, а у его подножия развиты неглубокая (2–3 м) борозда и небольшой вал. Между уступом и бровкой шельфа рельеф дна неровный, осложнен бороздами, грядами, террасовидными ступенями. На профилях 3, 4, 6 (рис. 2, Е) внешний край материковой отмели отмечен краевым валом высотой 2–4 м [13].

Разнообразие и неоднородность малоамплитудных форм рельефа на Алуштинском полигоне представляют собой наглядный пример тесно взаимодействующих эндогенных и экзогенных процессов рельефообразования. Так, крутой уступ, ограничивающий прибрежную отмель, имеет, вполне вероятно, тектоническую природу. Не исключается роль тектоники в преобразовании шельфа, что отражено в прогибании и воздымании отдельных его участков. Дальнейшее развитие уступа и большей части материковой отмели подвергалось воздействию эрозионных и абразионных процессов. Придонные течения выработали здесь ложбины, борозды, гряды, валы.

На траверзе м. Меганом внешний край материковой отмели представлен слабо расчлененной поверхностью амплитудой 5–9 м. Резкий перегиб к материковому склону располагается на глубинах 80–90 м [8].

По данным комплексных геолого-геофизических исследований для Форосского выступа составлена геоморфологическая карта, где шельф показан как «пологонаклонная эрозионная поверхность». Ее образование происходило в условиях интенсивного опускания и привело к формированию выровненного рельефа и накоплению мощных толщ голоцена. Внешний край шельфа располагается на глубинах 125–180 м в западной части выступа и 130–140 м – в восточной [14].

По характеру современных рельефообразующих процессов шельф данного района представляет собой зону транзита рыхлых осадочных материалов. Здесь существенно проявляется воздействие эрозии штормовыми волнами и придонными течениями [11].

Необходимо отметить, что в изложенном выше материале встречаются определенные расхождения в морфометрических показателях тех или иных форм рельефа. Это является наглядным подтверждением разнообразия и неоднородности элементов морфологии шельфа на расстояниях не более 100–200 м.

Погруженный шельф является характерной особенностью почти для всех полигонов Прикрымского района [5]. В пределах материковой окраины Горного Крыма этот шельф наиболее четко выражен к югу от Ялты. Здесь располагается сравнительно крупный (протяженность 32, ширина 8–12 км) выступ (рис. 1, Г). Его вершина представляет собой волнистую поверхность. При этом генеральный наклон и перекося направлены к юго-востоку. На юго-западном и северо-восточном участках бровка погруженного шельфа определена глу-

бинами 170 и 190 м, а в средней по простиранию части она погружена до 350 м (рис. 2, В, проф. 15). В восточном направлении выступ выклинивается и далее продолжается на гребне крупного хребта, который прослеживается до подножия материкового склона [5].

Сравнительно детальные эхолотные промеры материкового склона рассматриваемого района выполнены на Форосском выступе [14] и Ялтинском полигоне [5]. Однако для их полной геоморфологической характеристики были использованы сведения о рельефе дна, полученные на других полигонах и региональных профилях [3, 8]. Привлечены также публикации, включающие особенности строения материковой окраины Горного Крыма [1, 11].

Форосский выступ. На юго-западе материковой окраины Крыма это крупная (протяженность свыше 75 км) форма рельефа, обладающая чрезвычайно сложным строением. По данным 28-ми эхолотных профилей составлена геоморфологическая карта [14], на которой выделено восемь типов рельефа. Каждый из них занимает определенный батиметрический уровень. По форме – это поверхности материкового склона: пологонаклонные, наклонные, крутонаклонные, а по генезису: аккумулятивно-эрозионные, структурно-денудационные, гравитационно-аккумулятивные и другие типы рельефа.

С запада на восток ширина склона выступа изменчива. Наименьшие ее значения приурочены к траверзам мысов Херсонес и Сарыч, где она составляет, соответственно, 17–19 и 14–16 км. К югу от мысов Фиолент и Айя ширина склона увеличивается до 24–26 км и соизмерима с участком к югу от мыса Айтодор. На этом обширном пространстве (площадь около 1500 км²) наблюдается большое разнообразие как форм рельефа, так и их морфологическая выраженность. По простиранию склон изрезан густой сетью мелких подводных долин, глубина вреза которых не превышает 40–60 м. Их заложение, по всей вероятности, связано с разломами.

По вертикали склон осложнен уступами, ступенями, оползнями, а у его подножия располагаются небольшие по площади конусы выноса. Такое разнообразие морфоэлементов склона существенно отражается на его крутизне, которая отмечена значениями от 3–7° до 19–23°. Отдельные его участки представляют собой крутые обрывы. Их высота в пределах первых сотен метров, а крутизна достигает 45–50° [5, 8].

К юго-западу от м. Сарыч драгированием были подняты образцы андезитово-дацитовых туфов с глубины 1000 м. Их нижнемеловой (альбский) возраст определен по минералого-петрографическим характеристикам. Обработанные образцы и дополнительные геолого-геофизические данные позволили ориентировочно наметить положение вулканического источника. Предполагается, что он находится в районе пересечения субширотного и субмеридионального разломов, трассируемым к западу от Крымского полуострова [10].

У подножия Форосского выступа к юго-западу от м. Айя эхолотный промер выполнен на одном из первых детальных полигонов Черного моря [3]. На составленной батиметрической карте отчетливо видно, что сильно расчлененный и крутой (12–17°) материковый склон резко переходит в абсолютно ровную равнину центральной части бассейна. Здесь же на поверхности ложа располагается широтно ориентированная долина, которая не имеет видимой связи с основными элементами рельефа склона. Было высказано предположение, что начиная с новозвксинского времени долина заполняется осадками оползневого происхождения. Оползни могли двигаться как с материкового склона, так и с бортов долины [3].

Последующими исследованиями было выявлено, что от указанного полигона долина прослеживается на восток до траверза м. Айтодор [14] и намного дальше на западе и северо-западе, где ее верховье врезано в материковую отмель вблизи м. Тарханкут [9]. Вполне вероятно, что столь протяженная (немногим более 200 км) долина является структурной границей между материковой окраиной Крыма и абиссальной равниной Черного моря.

Таким образом, были выявлены определенные различия в рельефе шельфа и склона для западного и восточного участков материковой окраины Горного Крыма. Предполагается, что граница между ними проходит вдоль субмеридиональной зоны разломов, к которой приурочены интрузии гранодиоритов, наблюдаемые на суше вблизи горы Аюдаг [1, 3].

Ялтинские полигоны

Полигонные исследования рельефа дна к юго-востоку от Ялты проводились в нескольких экспедициях (рис. 1, А, табл.) [5, 8, 13]. По данным обработки, анализа и обобщения полученных материалов составлена геоморфологическая схема. При ее построении за основу были приняты морфоструктурные признаки. Это позволило выделить здесь шельф, погруженный шельф, материковый склон и его подножие. Эти достаточно крупные морфоструктуры осложнены более мелкими элементами рельефа. Приведенные профили (рис. 2, В) и геоморфологическая схема (рис. 2, Г) отчетливо показывают неоднородное строение многих элементов рельефа рассматриваемой материковой окраины. Различия в строении позволили выполнить районирование исследованной площади и выделить здесь три зоны: восточную (I), центральную (II) и западную (III).

Анализ первичных материалов по рельефу дна и приведенных графических построений в совокупности с данными геолого-геофизических исследований, изложенных в ряде публикаций по этому району [1–3, 8], 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 рассматриваемой площади морфологически неоднороден. Его бровка в плане имеет плавную извилистость и в некоторой степени повторяет очертания берега. Наименьшая его ширина (2,5–3 км) у мысов Айтодор и Никитин. К северо-востоку от м. Аюдаг шельф расширяется до 8–11 км. Именно этот его участок обладает наиболее сложным морфологическим строением (рис. 2, Е), донная поверхность которого, как правило, неровная, осложненная бороздами, грядами.

Прибрежная отмель (ширина не более 1 км) осложнена прерывистым, по-видимому, тектоническим уступом высотой 7–11 м. Отмель завершается достаточно крутым (-13°) уступом высотой около 20 м. Вероятно, этот уступ имеет тектоническую природу, в то время как абразия играла здесь второстепенную роль. От м. Аюдаг до м. Айтодор прибрежная отмель расширяется лишь в заливах. На этих участках она осложнена мелкими элементами рельефа: грядами, бороздами, выходами коренных пород.

К северо-востоку от м. Аюдаг (восточная зона) материковая отмель сложена тремя, по-видимому, абразионными уступами высотой 3–5 м. Их подно-

жия отмечены глубинами в среднем 44, 68 и 85 м. В этой зоне материковая отмель завершается краевым валом высотой от 2–4 [13] до 8 м [8]. Бровка шельфа в юго-западном направлении плавно погружается от 89–95 до 100–110 м.

В центральной и западной зонах ширина шельфа составляет от 3–3,5 км (мысы Никитин и 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-х м.

Сравнительно ровная поверхность шельфа западной зоны осложнена субмеридионально ориентированными грядами и ложбинами. Их амплитуда немногим более 10 м, протяженность 4–6 км. Вполне вероятно, что эти 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. Она 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, соответственно, 190 и 170 м, в то время как ближе к краю выступа она погружается до 350 м (рис. 2, В, проф. 15). Выступ (ширина 6, длина 9 км) выклинивается в восточном направлении и далее продолжается на гребне крупного хребта, который прослеживается до материкового подножия.

Материковый склон обладает чрезвычайно резкой морфоструктурной неоднородностью [3, 5, 11]. Приведенные морфологические профили (рис. 1, Д) 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, вероятно, подчеркивает, что выделенные зоны имеют генетические и, возможно, 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 (6–8°) 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 2–4 км) (рис. 2, В, проф. 13, 15).

На этом участке склон изрезан многочисленными V-образными каньонами и долинами [3, 5], 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 всей вероятности, материковый склон восточной зоны сравнительно молодой, интенсивно развивающийся.

Основной морфоструктурой материкового склона зоны II является хребет субширотного простирания. Его протяженность около 30 км, ширина по подножиям 8–13 км, максимальная высота немногим более 550 м (рис. 2, проф. 3, 4). Поперечное сечение хребта асимметричное: южный склон пологий, крутизна примерно 5–9°, северный более крутой, где углы наклона составляют 12–14°, а на отдельных участках достигают 20°.

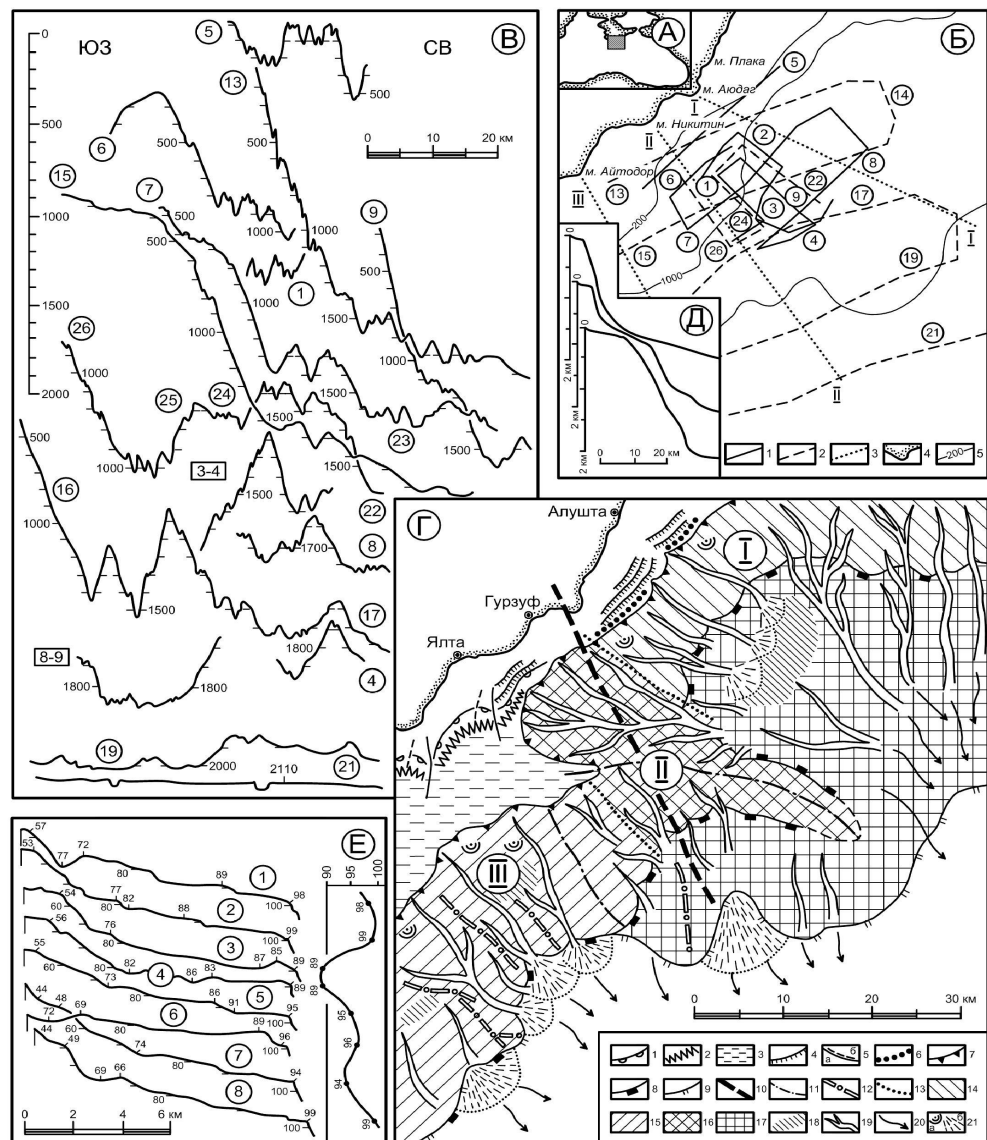


Рис. 2. Участок материковой окраины юго-восточного Крыма. Ялтинские полигоны
 А – местоположение района исследований. Б – схема эхолотных промеров, выполненных: 1 – в 1984 г.; 2 – то же, в 1985 г; 3 – положение обобщенных морфологических профилей (рис. 1, Д); 4 – береговая линия; 5 – изобаты. В – обзорные профили рельефа дна. Е – профили рельефа дна Алуштинского полигона и его бровка шельфа (справа) в проекции на вертикальную плоскость. Г – Геоморфологическая схема Ялтинских полигонов. Шельф: 1 – граница прибрежной отмели; 2 – тектонический уступ; 3 – погруженный шельф; 4 – уступы абразионные; 5 – гряды (а) и ложбины (б); 6 – краевой вал. Материковый склон: 7 – граница материковой отмели; 8 – подножие материкового склона; 9 – край субабиссальной поверхности; 10 – региональный разлом; 11 – ось хребта; 12 – оси крупных гряд; 13 – границы различных типов материкового склона; 14 – вогнутый материковый склон; 15 – прямой материковый склон; 16 – ступенчатый материковый склон; 17 – материковое подножие; 18 – ступени различного происхождения; 19 – каньоны и долины; 20 – русла суспензионных потоков; 21 – оползни (а) и конуса выноса (б). Римскими цифрами обозначены номера зон: I – восточная; II – центральная; III – западная

Склоны хребта изрезаны долинами, глубина вреза которых от 30–50 до 150–170 м (рис. 2, 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-видимому, предопределен тектонически ослабленной зоной, что привело к дроблению склона. Вогнутость рельефа, густая сеть долин и каньонов в этом районе указывают на интенсивное 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 уменьшается от 9–11 до 4–7°. Здесь повсеместно развиты оползневые морфоструктуры. Особенности морфологии 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 25–35 км (рис. 2, Г). В зонах II и III оно сужается до 12 км, а затем вовсе выклинивается. Средний угол наклона материкового подножия составляет 2–3°.

Обширное пространство материкового подножия представлено расчлененной поверхностью. Интенсивность расчленения от 120–170 м (рис. 2, В, проф. 7, 13) с увеличением глубин уменьшается до 20–40 м (проф. 8–15). Морфология этой поверхности обусловлена существованием многих каньонов, долин и конусов выноса.

Бровка шельфа представляет собой сравнительно четкий перегиб дна, отделяющий внешний шельф от материкового склона. Ее плановое положение практически всегда приводится на морских геоморфологических картах, отражая тем самым общие черты морфологии и палеогеографии материковой отмели. Однако следует отметить, что этот морфоэлемент до некоторого времени исследовался эпизодически. Так, в статье Ф.А. Щербакова и Н.В. Есенина [15] характерные особенности рельефа бровки шельфа рассматривались при обработке 70-ти эхолотных профилей для участка шельфа от Анапы до Сочи (протяженность около 260 км), а межпрофильные расстояния примерно 3,8 км). На основе этих материалов авторами определены четыре типа бровки, которые выражены валами, перегибами резкими, плавными и уступами.

На выполненных нами полигонах [4] получено свыше 500 эхопрофилей, ориентированных вкрест простирания материковой отмели. При детальном анализе двухсот из них определено два типа перегиба бровки шельфа – резкий и плавный. Первый тип, чаще всего, обусловлен процессами новейшей тектоники и связан со сбросами, а второй – сглажен голоценовой седиментацией [6]. Что же касается валообразной или «уступчатой» бровки шельфа [15], то выделение их как типов не вполне корректно. Объясняется это тем, что первый отражает морфоэлементы внешнего шельфа, а второй – характерен для верхней части материкового склона, что отчетливо показано на приведенном в статье рисунке [15].

На батиметрических и геоморфологических картах отчетливо видно – чем шире шельф, тем более глубоко расположена его бровка. Однако при обработке материалов эхолотных промеров на полигонах Черного моря было показано, что это не единственная зависимость [6].

Наглядным методом представления рельефа бровки шельфа является показ ее батиметрические отметок, вынесенных на вертикальную плоскость. Этот метод был использован нами при обработке эхопрофилей на Керченском [7] и Евпаторийском [9] полигонах. Рельеф дна на этих площадях исследован в областях проградационных шельфов [4]. Такие территории характеризуются большим разнообразием морфоэлементов внешних материковых отмелей. Их строение резко отличается от шельфов предгорных районов северно-западного Кавказа [4], что наглядно показано на примере Геленджикского полигона [6]. Рельеф дна и орография суши формировались и развивались здесь в тесной взаимосвязи. В совокупности с особенностями бровки шельфа для этой площади была установлена обратная зависимость: с увеличением ширины шельфа внешний край материковой отмели, в результате вертикальных неотектонических движений, испытал подъем почти на 20 м [6].

Исследованиями рельефа дна на полигонах Черного моря выявлены разнообразие и неоднородность строения внешнего шельфа и верхней части материкового склона. Происходившие в новейшее время морфоструктурные преобразования этих двух зон вполне естественно отражались в специфических чертах строения бровки шельфа.

Бровка шельфа Горного Крыма в плане почти повторяет очертание берега (рис. 1, А, Г). Здесь отсутствует извилистость шельфа, что, по-видимому, обусловлено отсутствием крупных рек в южной части полуострова. Рельеф бровки шельфа в проекции на вертикальную плоскость для Горного Крыма представлен в трех вариантах, каждый из которых обладает индивидуальными особенностями морфологии.

1. *Для всей рассматриваемой территории* профиль рельефа бровки шельфа (рис. 1, Б) составлен по данным региональных эхолотных промеров [1, 3]. Вполне естественно, что 11-ти отметок для столь протяженной (около 250 км) материковой отмели дают лишь общее представление о ее внешнем строении. Минимальные отметки 70 и 89 м расположены примерно в средней части профиля. Предполагается, что они приурочены к Ялтинскому разлому, «... вдоль которого резко изменяется направление всех изобат» [3]. К северо-востоку и юго-западу от указанных отметок глубина бровки шельфа плавно увеличивается достигая значений 125 и 155 м соответственно. Приведенные морфометрические величины показывают амплитуду вертикального колебания бровки шельфа, равную 85 м. Это, по-видимому, связано с региональными неотектоническими преобразованиями материковой отмели Горного Крыма.

2. *Форосский выступ.* Для материковой отмели этой морфоструктуры (протяженность 75 км) приведено 12 точек перегиба бровки [14], среднее расстояние между которыми составляет 3,8 км. Морфометрические отметки здесь расположены на расстояниях в 3,3 раза меньше, чем на региональном профиле. Это, вполне естественно, отражается на детальности строения внешнего шельфа. Наглядным примером является сравнение одного и того же участка: рис. 1, Б (левая половина) и рис. 1, В (Форосский выступ). На последнем рисунке отмечена тенденция генерального наклона внешней зоны шельфа к юго-востоку. Рельеф бровки шельфа на вертикальной плоскости отмечает, по-видимому, расчлененность внешней зоны материковой отмели. Амплитуда вертикального колебания бровки шельфа составляет 96 м, что является значительной величиной по сравнению с другими предгорными районами Черного моря [4, 6, 12].

Отметки 179 и 220 м, по всей вероятности, маркируют положение поперечных (относительно простирания шельфа) разломов. Характерные черты приведенного профиля (рис. 1, В) подтверждают блоковое строение материковой отмели, отчетливо показанного на трехмерной модели рельефа Форосского выступа [14].

3. *Алуштинский полигон*. На данной площади выполнено восемь эхопрофилей (протяженность 8–10 км), среднее расстояние между которыми около 2,5 км (рис. 1, А). Рельеф бровки шельфа в проекции на вертикальную плоскость отмечает здесь расчлененность внешней зоны материковой отмели, амплитудой не более 10 м (рис. 2, Е). Отметки глубин 95 и 99 м приурочены, по-видимому, к субмеридиональным разломам, которые, возможно, достигают южного склона Крымских гор.

Таким образом представляется, что построение профилей рельефа бровки шельфа в проекции на вертикальную плоскость дает дополнительную и весьма важную информацию о морфоструктурных особенностях исследуемого района. Этот метод является перспективным и практически оправданным. Он представляет вполне конкретную морфологическую информацию о преобразовании, как минимум, внешней зоны материковой отмели. Это обусловлено, по всей вероятности, процессами неотектоники. Приведенные примеры отчетливо показывают, что для построения подобных профилей целесообразно использовать материалы эхолотных промеров на полигонах. При этом вполне очевидно, чем меньше межгалсовые расстояния в процессе съемки, тем детальнее профиль рельефа бровки шельфа на вертикальной плоскости. В таком случае более точно определяется взаимосвязь элементов донного рельефа с особенностями расчлененной орографии прилегающих участков суши.

Происхождение и развитие рельефа

При всей важности использованных материалов, особенно ранее не востребованных, необходимо отметить, что участок материковой окраины Горного Крыма к юго-востоку от Ялты обладает наибольшей морфологической информированностью. В этой связи на основе обобщения, анализа всех данных о рельефе дна и литературных источников предпринята попытка сформулировать некую последовательность событий, определивших сложное строение в акватории Ялтинских полигонов. Приведенная геоморфологическая схема (рис. 2, Г) отчетливо показывает морфоструктурную неоднородность как всей области в целом, так и каждой из выделенных зон. Это, по-видимому, обусловлено взаимодействием эндогенных и экзогенных рельефообразующих процессов. Определяющая роль в создании морфоструктур рассматриваемой акватории, вероятно, принадлежит тектонике, наиболее интенсивное воздействие которой приурочено к центральной зоне.

Центральную зону пересекает субмеридиональный разлом, подчеркиваемый геомагнитными данными. Материковая окраина здесь характеризуется интенсивной сейсмичностью, максимум которой (магнитуда – 6,5–7,5) совпадает с осью разлома. Основным морфоструктурным элементом здесь является субшироотно ориентированный достаточно протяженный хребет. Он, возможно, представляет собой реликтовую морфоструктуру, ранее простиравшуюся субмеридионально и разделявшую в олигоцен-миocene разновеликие осадочные депрессии.

Сопоставление и анализ приведенных данных позволяет предположить, что первоначальная активизация разлома начала проявляться в период, по-видимому, одного из этапов (средний миоцен?) развития Черноморской впадины [1, 3]. В процессе погружения сравнительно мелководных и поднятия сухопутных участков (на рубеже миоцен-плиоцена?), 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 исследованной территории [3, 11].

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

Есть основание предполагать, что обширная территория современной восточной зоны в виде крупного блока вдоль регионального разлома (возможно, в плиоцене?) была смещена к северу приметно 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 региональных 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.

Существование поперечных субширотных разломов определяется по ряду морфологических признаков. В районе их пересечения с зоной регионального разлома возникла, возможно, ослабленная зона, приуроченная к настоящему времени к вогнутому «цирку». Движения различного знака в ослабленной зоне определили проявление активного дробления материковой окраины, ограниченных сетью долин и каньонов.

Заключение

В статье аргументированно показана перспективность и практическая целесообразность повторной обработки разновозрастных, но своевременно не востребованных материалов эхолотных промеров. При этом особо подчеркивается важность проведения таких работ на детальном полигонах. Совокупный их анализ с данными региональных эхолотирований и сведениями об орографии сопредельной суши вносит определенную новизну в познание процессов формирования и развития подводной материковой окраины Горного Крыма.

Рассматриваемая область характеризуется разнообразием и неоднородностью различно выраженных морфоэлементов, что свойственно для всех батиметрических уровней. Это, по-видимому, отчетливо показывает, что в морфоструктурном преобразовании данной территории принимали участие тесно взаимодействующие эндогенные и экзогенные рельефообразующие

факторы. Из них наиболее значимая роль принадлежала неотектоническим движениям, которые на различных этапах эволюции сопровождались вертикальными и горизонтальными движениями разного знака. Это наглядно отражено в контрастности рельефа шельфа и материкового склона, где повсеместно прослеживается блоковое их строение.

По сравнению с общепринятыми графическими построениями рельеф бровки шельфа в проекции на вертикальную плоскость наглядно отмечает динамику морфоструктурной перестройки в зоне внешнего шельфа и верхней части материкового склона.

Материалы, изложенные в содержании данной статьи, дали возможность определить наиболее эффективные критерии в подготовке программ экспедиционных исследований рельефа дна на полигонах. Для этого, прежде всего, необходимо: существенно более детальный (межгалсовые расстояния не более 0,2–0,3 км) эхолотный промер с параллельным сейсмоакустическим профилированием и подробные данные по литологии, геохимии, коренным породам, сейсмостратиграфии, абсолютным датировкам осадочных образований.

Список литературы

1. Архипов И. В. Глубинное строение Черноморской впадины к югу от берега Крыма по данным геологических и геофизических исследований / И. В. Архипов, А. Г. Гайнанов, В. П. Гончаров и другие // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение геологический. – 1970. – Т. 45, № 2. – С. 81–103.
2. Благоволин Н. С. Современные вертикальные движения берегов Черного и Азовского морей / Н. С. Благоволин, С. В. Победоносцев и другие // Геоморфология. – 1973. – № 3. – С. 46–55.
3. Гончаров В. П. Рельеф дна и глубинное строение Черноморской впадины / В. П. Гончаров, Ю. П. Непрочнов, А. Ф. Непрочнова. – Москва : Наука, 1972. – 157 с.
4. 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.
5. Евсюков Ю. Д. Краткий обзор исследований рельефа дна на полигонах материковой окраины Крыма / Ю. Д. Евсюков, В. И. Руднев // Комплексные исследования Черного моря. – Москва : Научный мир, 2011. – С. 379–388.
6. Евсюков Ю. Д. Неотектоническое развитие внешней материковой окраины северо-восточного участка Черного моря / Ю. Д. Евсюков, В. И. Руднев // Геология, география и глобальная энергия. – 2013. – № 4 (51). – С. 84–93.
7. 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.
8. Евсюков Ю. Д. Основные черты рельефа дна отдельных участков внешнего шельфа и материкового склона Черного моря (полигонные исследования 61-А рейса НИС «Витязь») / Ю. Д. Евсюков // Депонирование во Всероссийском институте научной и технической информации. – 1985. – № 5293. – 13 с.
9. Евсюков Ю. Д. Результаты повторного эхолотирования северо-западного участка шельфа Черного моря / Ю. Д. Евсюков, В. И. Руднев // Геоморфология. – 2015. – № 3. – С. 62–71.
10. Жигунов А. С. Нижнемеловые вулканогенные породы южного участка Крымского континентального склона / А. С. Жигунов // Океанология. – 1983. – Т. 23, № 1. – С. 95–99.
11. Кара В. И. Структурно-геоморфологические типы материковой окраины Черноморской впадины / В. И. Кара // Геоморфология. – 1979. – № 2. – С. 13–21.
12. Шимкус К. М. Подводные террасы нижней зоны шельфа Черного моря и их природа / К. М. Шимкус, Ю. Д. Евсюков, Р. Н. Соловьева // Геолого-геофизические исследования зоны предокеана. – Москва : Институт океанологии Академия наук СССР, 1980. – С. 81–92.
13. Шимкус К. М. О роли неотектоники, оползневых и эрозивно-аккумулятивных процессов в формировании прикавказской материковой окраины / К. М. Шимкус, В. М. Москаленко, Ю. Д. Евсюков и другие // Комплексные исследования северо-восточной части Черного моря. – Москва : Наука, 2007. – С. 402–416.

14. Шнюков Е. Ф. Геоморфология Форосского выступа Черноморской континентальной окраины Крыма / Е. Ф. Шнюков, А. Д. Пасынков, Н. А. Масляков и другие // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2010. – № 4. – С. 15–29.

15. Щербаков Ф. А. Особенности рельефа бровки шельфа северного Кавказа / Ф. А. Щербаков, Н. В. Есин // Океанология. – 1994. – Т. 34, № 2. – С. 283–286.

References

1. Arkhipov I. V., Gaynanov A. G., Goncharov V. P., et al. Glubinnoe stroenie Chernomorskoj vpadiny k yugu ot berega Kryma po dannym geologicheskikh i geofizicheskikh issledovaniy [Deep structure of the Black sea basin to the South coast of Crimea according to geological and geophysical research]. *Byulleten Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdelenie geologicheskoe* [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Department of Geology], 1970, vol. 45, no. 2, pp. 81–103.

2. Blagovolin N. S., Pobedonostsev S. V., et al. 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.

3. Goncharov V. P., Neprochnov Yu. P., Neprochnova A. F. *Relief dna i glubinnoe stroenie Chernomorskoj vpadiny* [Bottom relief and the deep structure of the Black sea depression], Moscow, Nauka Publ., 1972. 159 p.

4. 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.

5. Yevsyukov Yu. D., Rudnev V. I. Kratkiy obzor issledovaniy relefa dna na poligonakh materikovoy okrainy Kryma [A brief review of studies of bottom relief on the polygons of the continental margin of Crimea]. *Kompleksnye issledovaniya Chernogo morya* [Complex Researches of the Black sea], Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2011, pp. 379–388.

6. Yevsyukov Yu. D., Rudnev V. I. Neotektonicheskoe razvitie vneshney materikovoy okrainy severo-vostochnogo uchastka Chernogo morya [Neotectonic development of external continental margin of the north-east site of Black sea]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2013, no. 4 (51), pp. 84–93.

7. Yevsyukov Yu. D., Shimkus K. M. Nove 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 the Academy of Sciences], 1995, vol. 344, no. 1, pp. 83–86.

8. Yevsyukov Yu. D. Osnovnye cherty relefa dna otdelnykh uchastkov vneshnego shelfa i materikovogo sklona Chernogo morya (poligonnye issledovaniya 61-A reysa NIS «Vityaz») [The main features of the bottom relief of individual sections of the outer shelf and continental slope of the Black sea (field research 61-A voyage of R/V «Vityaz»)]. *Deponirovanie vo Vserossiyskom institute nauchnoy i tekhnicheskoy informatsii* [Deposition of the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information], 1985, no. 5293. 13 p.

9. Yevsyukov Yu. D., Rudnev V. I. Rezultaty povtornogo ekholotirovaniya severo-zapadnogo uchastka shelfa Chernogo morya [The analysis and generalization of the second echosounding data in the northwest section of the Black sea shelf]. *Geomorfologiya* [Geomorphology], 2013, no. 3, pp. 62–71.

10. Zhigunov A. S. Nizhnemelovye vulkanogennye porody Yuzhnogo uchastka Krymskogo kontinentalnogo sklona [Low cretaceous volcanogenic rocks from the southern part of the Crimean continental slope]. *Okeanologiya* [Oceanology], 1983, vol. 23, no. 1, pp. 95–99.

11. Kara V. I. Strukturno-geomorfologicheskie tipy materikovoy okrainy Chernomorskoj vpadiny [Structural and geomorphic types of the continental margin of the Black sea basin]. *Geomorfologiya* [Geomorphology], 1979, no. 2, pp. 13–21.

12. Shimkus K. M., Yevsyukov Yu. D., Soloveva R. N. Podvodnye terrasy nizhney zony shelfa Chernogo morya i ikh priroda [Underwater terraces of the lower zone of the Black sea shelf and their nature]. *Geologo-geofizicheskie issledovaniya zony predokeana* [Geological and geophysical researches of the area before the ocean], Moscow, Institute of Oceanology of USSR Academy of Sciences Publ. House, 1980, pp. 81–92.

13. Shimkus K. M., Moskalenko V. N., Yevsyukov Yu. D., et al. O roli neotektoniki, opolznevykh i erozionno-akkumulyativnykh protsessov v formirovanii Privkavkazskoy materikovoy okrainy [On the role of neotectonics, landslides and erosion and accumulative processes in the formation of the Caucasian continental margin]. *Kompleksnye issledovaniya severo-vostochnoy chasti Chernogo morya* [Complex Researches of the North-East Part of Black Sea], Moscow, Nauka Publ., 2002, pp. 402–416.

14. Shnyukov Ye. F., Pasyukov A. D., Maslyakov N. A., et al. Geomorfologiya Forosskogo vystupa Chernomorskoj kontinentalnoj okrainy Kryma [Geomorphology Foros projection of the Black sea continental margin of Crimea]. *Geologiya i poleznye iskopаемые Mirovogo okeana* [Geology and Mineral Resources of the World Ocean], 2010, no. 4, pp. 15–29.

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.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ЦЕЛЕЙ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ В НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ РЕГИОНАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ И СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Шереметов Иван Михайлович

кандидат технических наук, доцент

Астраханский инженерно-строительный институт

414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 18

E-mail: shrmtv@mail.ru

Курдюк Андрей Юрьевич

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой

Астраханский инженерно-строительный институт

414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 18

E-mail: ayuk58@mail.ru

Серебряков Олег Иванович

доктор геолого-минералогических наук, профессор, старший научный сотрудник

Астраханский инженерно-строительный институт

414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 18

E-mail: geotecnika@ausu.ru

Серебрякова Валентина Ивановна

старший преподаватель

Астраханский инженерно-строительный институт

414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 18

E-mail: geotecnika@ausu.ru

Внимание ученых и специалистов привлекают новые факторы риска в районах интенсивной урбанизации – аномальные и катастрофические природные и техногенные геодинамические явления с негативными социально-экономическими и экологическими последствиями. В литосфере, отражаясь на поверхности Земли, постоянно происходят геодинамические процессы различных видов и масштабов. Традиционно считается, что такие процессы происходят преимущественно в подвижных (орогенных) регионах. Индуцированные землетрясения являются наиболее опасными вследствие техногенных процессов, являющихся источником геодинамического риска. Подобные условия сложились на территории Нижнего Поволжья и Северного Каспия, где основания зачастую сложены грунтами третьей категории по сейсмическим свойствам. Грунты третьей