

8. Андрианов В. В. Древние оросительные системы Приаралья (в связи с историей возникновения и развития орошаемого земледелия) М.: Наука, 1969. 252 с.
9. Грязнова Т. П. Антропогенные изменения рельефа в низовьях Сырдарьи//Геоморфология. 1972. № 2. С. 29—33.
10. Позднышева Д. П. Антропогенный рельеф Тургайского прогиба//География в Казахстане. Алма-Ата: Наука, 1980. С. 148—153.
11. Позднышева Д. П. Рациональное использование природных ресурсов Казахстанского Приаралья в условиях антропогенного опустынивания//X объединенный пленум советского и республиканских комитетов по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера». Алма-Ата: Наука, 1988. С. 123.
12. Космическая информация в геологии. М.: Наука, 1983. С. 134—146.
13. Виноградов Б. В. Преобразованная земля. М.: Мысль, 1981. 295 с.
14. Виноградов Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984. 318 с.
15. Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды. М.: Недра, 1982. 250 с.

Институт геологических наук  
Каз. АН

Поступила в редакцию  
20.VII.1989 г.

## PRESENT-DAY EXOGENIC PROCESSES IN THE ARAL REGION OF KAZAKHSTAN

D. P. POZDNY SHEVA

### Summary

As a result of long-term geological and geomorphological studies three groups of the present-day relief-forming processes have been distinguished, namely: A — natural, unaffected, B — natural, affected by human activity, and C — man-induced ones, the author's attention being focused on the latter. Space images data used along with field observations permitted to develop a classification of the man-induced processes and to define keys to their identification on the space images with a view to mapping.

УДК 551.462

Ф. А. ЩЕРБАКОВ

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЛЬЕФА БРОВКИ ШЕЛЬФА

Краевая зона шельфа, его бровка, представляет собой один из наиболее своеобразных и характерных элементов рельефа данной зоны дна океана. В ее строении отражаются многие существенные особенности геоморфологии и палеогеографии материковых отмелей. Этим вопросам были посвящены труды В. И. Мысливца [1], Г. Г. Матишова [2] и некоторых других исследователей. Однако в целом этой области дна океана в отечественной морской геоморфологии уделялось недостаточно внимания, в то время как за рубежом еще в 1981 г. была проведена международная конференция по проблемам бровки шельфа [3]. Автор стремился в какой-то степени восполнить этот пробел, обращая основное внимание на вопросы менее затронутые на указанной конференции.

По гипсометрической карте Мира масштаба 1 : 2 500 000 были проанализированы абс. отметки бровки значительной части шельфов Мирового океана, значения которых были сгруппированы таким образом, чтобы характеризовать различные в структурном отношении области материковой окраины. При этом выделялись участки с глубинами над бровкой: 100 м и менее, от 100 до 200, от 200 до 300 и более 300 м. Бровку первой группы мы условно считаем относительно стабильной, второй — стабильной с тенденцией к погружению, третьей — погруженной и четвертой — переуглубленной. Такое формальное подразделение призвано лишь подчеркнуть связь высотного положения бровки с

неотектоническим режимом данного шельфа. Полученные данные (см. таблицу) сгруппированы по главным структурным типам материковых окраин, а в их пределах — по крупным регионам. Отдельно выделены гляциальные шельфы, основным фактором формирования рельефа которых было чередование оледенений и межледниковий в плейстоцене. Суммарная протяженность того или иного типа бровки шельфа в пределах каждого региона дана в процентах от общей протяженности шельфа в данном регионе. Для каждого из типов бровки даны среднеарифметические значения этой доли в пределах трех основных подразделений таблицы.

Анализ данных показывает, что наиболее резкие различия глубин над бровкой наблюдаются между гляциальными и внегляциальными шельфами, что лишний раз подчеркивает ведущую роль оледенения в создании современного облика шельфов. Одной из главных особенностей гляциальных шельфов является значительная протяженность погруженных и особенно переуглубленных участков бровки. В областях современного материкового оледенения, например в Гренландии, на такие участки приходится до половины, а в Антарктиде и более, общей длины бровки. Для них характерны также резкие различия глубин соседних участков бровки, достигающие первых сотен метров. Это отражает блоковую структуру гляциальных шельфов при особенно активном проявлении разломов, ориентированных по нормали к простиранию края шельфа. Главной причиной этой активизации, безусловно, являются периодически возникавшие ледовые нагрузки и особенно последующие в результате дегляциаций разгрузки, которые происходили в значительной степени неравномерно. Сохранение значительной, хотя и меньшей, чем в зонах современного оледенения, степени переуглубления и дифференцированности высот бровки шельфов ныне свободных ото льда областей, возможно, связано с их остаточной гляциоизостатической некомпенсированностью, несмотря на интенсивное поднятие после начала дегляциации в конце позднего плейстоцена и в голоцене.

Внегляциальные шельфы как пассивных, так и активных окраин отличаются большой протяженностью бровки стабильного и стабильного с тенденцией к погружению типов с глубинами менее 200 м. Можно отметить также и значительно меньшую по сравнению с гляциальными шельфами дифференцированность бровки по глубине, т. е. хуже выраженную блоковую структуру. Эти черты особенно ярко проявляются в пределах пассивных окраин, где участки бровки на глубинах менее 200 м составляют 80—90% общей протяженности. На гляциальных шельфах такие бровки составляют около половины общей протяженности. Для шельфов пассивных окраин типична также бровка на глубинах до 100 м, а в Индийском океане их общая протяженность составляет свыше 70%.

Шельфы активных окраин отличаются от пассивных несколько большей дифференцированностью глубин над бровкой, отражающей их большую тектоническую активность. Рассматривая детали строения бровки шельфа активных окраин, следует отметить ее относительную переуглубленность по сравнению с бровкой на участках, которые расположены на простирании крупных орогенных структур, уходящих в сторону океана и оборванных разломами материковой окраины. Такие участки, по-видимому, еще сохраняют тенденцию к более интенсивному опусканию, будучи увлекаемы вслед за уже погруженными в пределы материкового подножия частями орогенов. Примерами могут служить северо-восточная и юго-западная оконечности Новой Зеландии. В некоторых случаях подобная картина наблюдается и в пределах пассивных окраин, как, например, на западной оконечности шельфа южного Крыма (рис. 1).

Морфоскульптурные особенности современного рельефа бровки шельфа определяются рядом факторов тектонического, седиментационного и палеографического характера. Роль седиментационного фактора выступает на первый план там, где темп аккумуляции осадочного материала (в основном в результате нефелоседиментации — гравитационного осадения взвеси малой плотности) на бровке достаточно интенсивен. Такая аккумуляция возможна, когда суммарная

гидродинамическая активность водных масс над краем шельфа относительно понижена. Эти условия достаточно часты для внутренних морей (например, Черного и Средиземного), где господствует сравнительно неглубоко проникающее короткопериодное ветровое волнение и довольно слабо развиты сопровождающие его течения, в том числе и штормовые, более характерные для океанских шельфов, особенно средних широт. На океанских шельфах активность надшельфовых вод достаточна для того, чтобы поддерживать условия если не размыва, то во всяком случае неотложения осадков.

Особенности динамики седиментации приводят к тому, что в условиях внутренних морей краевая зона шельфов часто представляет собой в разной степени всхолмленную равнину морской аккумуляции [4]. Аккумулятивный рельеф краевой зоны океанских шельфов, даже если на большей части такого шельфа идет современное осадконакопление, чаще всего реликтовый, отвечающий по способу формирования совсем другим палеогеографическим условиям.

В палеогеографическом аспекте на рельеф бровки шельфа оказали влияние прежде всего многочисленные гляциоэвстатические колебания уровня Мирового океана и связанных с ним морей в плейстоцене, когда береговая линия многократно во время ледниковой опускалась до отметок около  $-100$  м, т. е. практически до бровки относительно стабильных шельфов. В такие периоды в этой зоне формировался комплекс береговых аккумулятивных и абразионных форм рельефа. Разнообразные элементы реликтового рельефа обнаруживаются в краевых зонах разных шельфов. Особенно широко известна террасированность бровки, которую часто связывают с абразионными террасами периодов гляциоэвстатических регрессий плейстоцена. Серия таких террас детально изучена и описана на краевых зонах шельфов южного Крыма и других участков шельфа Черного моря [5].

Реликтовые береговые аккумулятивные формы образуют холмистый рельеф бровки шельфа. Обычно это одна или несколько пологих, невысоких гряд — валов, ориентированных в общем по простиранию бровки. На океанских шельфах слагающие эти гряды реликтовые грубозернистые (песчаные, реже галечные) отложения часто обнажаются, образуя характерную зону на дне, полосу вдоль краевой части шельфа. Во внутренних морях они нередко покрыты плащом сравнительно маломощных голоценовых илов, не нивелирующих, однако, полностью реликтовый рельеф бровки. В Черном море, например, такие формы известны в краевой зоне керченско-таманского шельфа [6], а также на шельфе Болгарии, где были вскрыты и изучены нижнеплейстоценовые (чаудинские) ракушечники, слагающие пологие валы на глубинах  $100-110$  м [7].

Реликтовый рельеф — затопленные коралловые рифы — встречаются на бровках шельфов тропических островов. С современной деятельностью организмов связаны своеобразные аккумулятивные образования на бровках сравнительно

Доля участков шельфа с различной глубиной бровки в общей протяженности

Глубина над бровкой, м	Гляциальные шельфы				Внегляциальные			
					пассивных окраин			
	Гренландия	Северная Америка	Европа	среднее по гляциальным шельфам	Атлантика			
Южная Америка					Северная Америка	Африка	Европа	
$\leq 10$	3,6	2,5	3,2	3,1	33,6	88	14	
100—200	35,4	45	55,7	45,3	56	9,7	70	77,6
200—300	12,3	29	16,5	19,4		2,3	4	
$\geq 300$	48,7	23,5	24,6	31,6	10,4		12	22,4

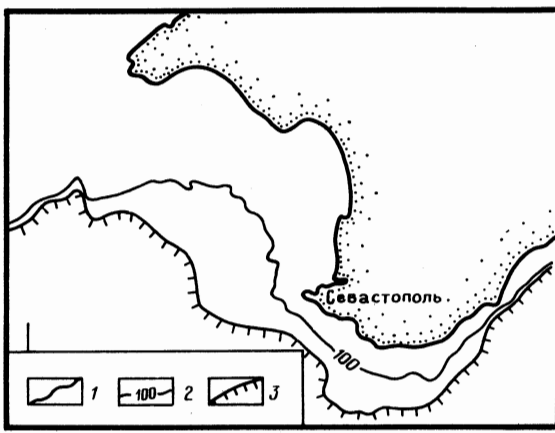


Рис. 1. Положение бровки шельфа южного и юго-западного Крыма по отношению к изобате 100 м

1 — береговая линия; 2 — изобата 100 м; 3 — край шельфа

низкоширотных шельфов, такие, как карбонатные водорослевые корки и неровные гряды и выступы. На шельфе Алжира, например, такие формы получили название «маэрл» [8]. Характерным элементом этих образований является твердая поверхность, испещренная мелкими неровностями, обусловленными структурой известковых скелетов водорослей, таких, как литотамин. Однако ярче всего особенности морфоскульптуры бровки, связанные с жизнедеятельностью организмов, выражены в пределах рифовых построек тропиков, где как бровка, так и шельф в целом могут представлять собой тело такого рифа.

Выше было показано, что глубина бровки шельфа в основном определяется неотектоникой, однако в ряде случаев седиментация выступает как непосредственный фактор, формирующий собственно бровку. Речь идет о так называемых проградационных шельфах [9], основная часть которых целиком сформирована в результате новейшей аккумуляции, интенсивно идущей во многих случаях и в настоящее время. Такие шельфы и прилегающей к ним склон имеют тенденцию к постепенному наращиванию толщи слагающих их отложений и выдвиганию в сторону моря. В результате краевая зона шельфа и прилегающая часть материкового склона смещаются в указанном направлении как бы параллельно самим себе [10]. Бровки таких шельфов обычно в большей или меньшей степени переуглублены по сравнению с соседними участками шельфа, где их положение и морфология определяются другими, прежде всего тектоническими факторами. Поверхность шельфа, примыкающая к проградационной бровке, чаще шельфов разных типов отдельных районов Мирового океана, %

шельфы		активных окраин					среднее по активным окраинам
Индийский океан	среднее по пассивным окраинам	андийского типа			Островодужных		
		запад южной Европы	Северная Америка	Южная Америка	юго-восток Азия	Центральная Америка	
73,5	41,5	45	47,2	50	70,7	51	53,4
24	47,6	41,2	22,7	46	16	20	29,2
2,5	1,7	13,8	15,3	3	4	20	11
	8,9		15,4	1	9,3	9	7

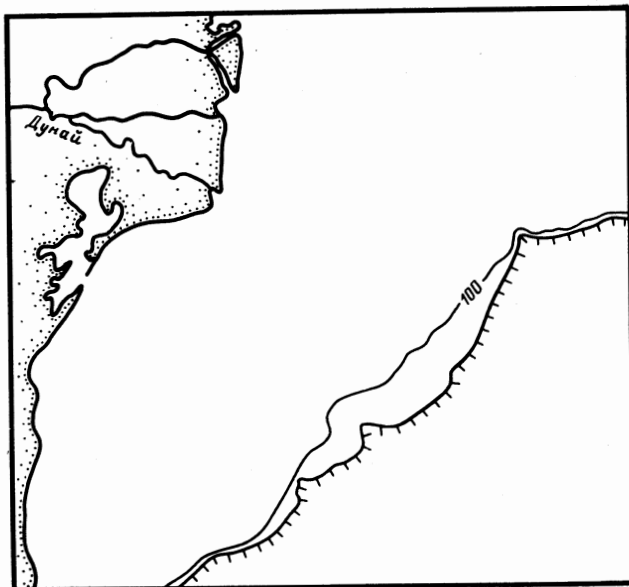


Рис. 2. Положение бровки придунайского шельфа по отношению к изобате 100 м (условные обозначения см. рис. 1)

всего представляет собой равнину морской аккумуляции, осложненную формами мезорельефа, о которых будет сказано ниже. В таких случаях участки целиком аккумулятивной бровки соседствуют нередко с бровкой, возникшей в результате обрушения края шельфа и погружения отколовшихся блоков в пределы материкового подножия.

Проградационные шельфы особенно характерны для придельтовых участков. Такова, например, краевая зона обширного северо-западного шельфа Черного моря, прилегающая к дельте Дуная. Здесь бровка шельфа на протяжении нескольких десятков километров находится на глубинах до 130 м, в то время как соседние участки бровки шельфа к северу и к югу имеют над перегибом профиля дна обычные для Черного моря отметки не более, а во многих случаях и менее чем 100 м (рис. 2). Аккумулятивное тело проградационного края придунайского шельфа ныне отделено от современной дельты Дуная обширным пространством, лишенным современных авандельтовых осадков, поток которых, как известно, уходит на юг, в сторону болгарского шельфа. Это говорит о том, что аккумуляция в краевой зоне и проградация придунайского шельфа осуществлялись в основном в периоды плейстоценовых регрессий Черного моря, совпадавших, как известно, с регрессиями Мирового океана, когда береговая линия находилась у внешнего шельфа. Так же развивались и многие другие проградационные шельфы придельтовых участков, хотя, конечно, есть примеры активно проградационных и в настоящее время шельфов, например прилегающего к Бенгальской дельте.

Проградационные шельфы с целиком аккумулятивной бровкой формируются и в пределах открывающихся в сторону моря депрессий, в которых может даже и не быть более или менее крупных рек и дельт, как, например, на материковой окраине западного Крыма. Здесь интенсивно прогибающаяся в настоящее время Альминская депрессия открывается в сторону материковой окраины Крыма и бровка проградационной внешней зоны шельфа погружена до глубин порядка 200 м, в то время как над краем расположенного к северо-западу стабильного участка шельфа глубина всего 80—90 м. Участок проградационной бровки в пределах керченско-таманского шельфа погружен до глубин 130 м, как и на придунайском шельфе. Он примыкает к палеodelте Дона, располагавшейся здесь во время последней регрессии Черного моря, в конце позднего плейстоцена.

Для бровок всех типов характерен широкий спектр мезоформ, во многом определяющих морфоскульптуру краевой зоны шельфа и верхней части материкового склона. По данным Н. А. Айбулатова [6], наиболее широко распространены в этой зоне гравитационные формы, особенно в зоне бровки, покрытой слоем более или менее мощных нелитифицированных новейших отложений, что, как указывалось, особенно характерно для внутренних морей, а также для проградационных шельфов и склонов других районов. Среди указанных форм тот же автор описывает довольно многочисленные оползни разных размеров, обвалы вместе с сопутствующими им уступами отрыва масс осадков и валами выпирания. Распространены также связанные с течением разжиженных масс осадков формы, которые наблюдались Н. А. Айбулатовым при подводных исследованиях. Это дельтообразные натеки, борозды скатывания, сморщенная поверхность илов, корытообразные борозды [6]. Сползшие массы осадков образуют на дне как мелкие неровности размером до нескольких дм, так и отдельные формы высотой до 5 м.

По наблюдениям из подводных обитаемых аппаратов [6] установлено, что мезорельеф бровки шельфа во многом определяется крутизной верхней части материкового склона. Чем больше крутизна, тем более развитыми на бровке оказываются гравитационные формы. Для участков с резкими перегибами поверхности дна характерны также эрозионные формы, представленные поперечными к простиранию бровки желобами стока разжиженных осадков, промоинами, образованными различными агентами гидрогенного характера (стоковыми течениями, а на океанских шельфах и волнением) и другие подобные образования глубиной и шириной от дм до первых м, а в отдельных случаях и до первых десятков м. Обычно они прослеживаются в верхней части материкового склона, а глубже располагаются уже крупные долины и собственно подводные каньоны, которые являются типичными элементами рельефа материкового склона.

Бровка шельфа является зоной активной хозяйственной деятельности человека, которая сейчас уже оказывается рельефообразующей. В районе бровки обнаружены своеобразные антропогенные формы рельефа [6]. Их появление вызвано интенсивным ловом рыбы донными тралами. Обычно это борозды шириной 2—3 м, глубиной 0,3—0,4 м, удаленные друг от друга на 20—50 м (параметры зависят от размеров трала). Борозды ориентированы вдоль изобат, так как траление осуществляется в основном вдоль бровки шельфа. На внешнем краю болгарского шельфа Н. А. Айбулатовым [6] было описано три типа микрорельефа: участки с бугорчатой поверхностью, участки с активной биотурбацией и гладкие участки. Первый тип характеризуется развитием небольших бугорков высотой в сантиметры и шириной 5—10 см, а также множеством раковин моллюсков, бронирующих поверхность дна от размыва. Биогенные микроформы представлены воронкообразными углублениями, созданными многощетинковыми червями-полихетами, канавками ползания моллюсков, неглубокими ямками, пятнами детрита. Диаметр отверстий полихет достигает 1 см, канавки шириной 1,5—2 см при длине порядка 20 см, ширина круглых ямок до 30 см.

Рассмотренные выше особенности строения бровки шельфа показывают, что характер морфоструктуры оказывает решающее влияние прежде всего на крупные элементы рельефа бровки, в то время как мезо- и микрорельеф, основные черты морфоскульптуры, созданы главным образом экзогенными процессами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мысливец В. И. Типы рельефа внешнего шельфа: Автореф. дис... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1973. 25 с.
2. Матишев Г. Г. Дно океана в ледниковый период. М.: Наука, 1984. 285 с.
3. The Shelfbreak: Critical Interface on Continental Margin//Soc. Econ. Paleontol and Miner., spec. publ. 1983. № 33. P. 441.

4. Чистяков А. А., Щербаков Ф. А. Проблемы динамической седиментологии. Итоги науки. Общая геология. Т. 26. М.: ВИНТИ, 1989. 110 с.
5. Шимкус К. М., Евсюков Ю. Д., Соловьева Р. Н. Подводные террасы нижней части зоны шельфа Черного моря и их природа//Геолого-геофизические исследования преокеана. М.: Ин-т океанологии АН СССР, 1980. 83—90 с.
6. Айбулатов Н. А. Динамика твердого вещества в шельфовой зоне. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 270 с.
7. Ионин А. С., Пырличев Д. Г., Маловицкий Я. П. и др. Основные особенности геоморфологии дна//Геология и гидрология западной части Черного моря. София; Изд-во Болгарской АН, 1979. 44—60 с.
8. Caulet Y. P. Les sediments organogenese du precontinent Algerien//Mem. Mus. Natur. Histor. Nouv. se. Paris. 1972. V. 25. P. 156.
9. Ingersoll R. V., Graham S. A. Recognition of the shelf-break along ancient, tectonically active continental margins//Soc. Econ. Paleontol. and Miner., spec. publ. 1983. № 33. P. 441.
10. Девдариани А. С., Акивис Т. М. Осадконакопление на окраинах океанов атлантического типа. М.: Ин-т океанологии АН СССР, 1989. 116 с.

Институт океанологии РАН

Поступила в редакцию  
26.VI.1990 г.

## SOME SPECIAL FEATURES OF THE SHELF'S EDGE

F. A. SHCHERBAKOV

### S u m m a r y

Some special features of morphostructure and morphosculpture are discussed which are typical of the shelf's edge, that is of the transitional zone from the continental shelf to the continental slope. Morphometrical data on the shelf's edge depth are summarized from many regions of the ocean and used as a basis of the edges' classification; various edges distribution is assessed on shelves differing in morphostructure. Some features of the edge's mesorelief are discussed; they are considered to be morphosculptural characteristics of the ocean floor zone under consideration. The most distinct in morphostructure are edges of the so-called glacial shelves, while edges of oceanic shelves differ essentially from those of internal seas on the morphosculpture.

УДК 551.43(665.2)

В. М. ЯКУШЕВ

## О ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ МАВРИТАНО-СЕНЕГАЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ (территория Республики Гвинея-Бисау)

Более половины территории Республики Гвинея-Бисау сложено осадочными породами южной периферической части обширной Мавритано-Сенегальской впадины. К юго-западу за пределами суши впадина выклинивается; подобные впадины, развитые по периферии Африканской платформы и открытые в сторону океана, В. Е. Хаин называет периокеаническими [1]. Их заложение и развитие связаны с крупными разломами, определившими современный контур африканского континента.

Мощность меловых и палеоген-неогеновых пород, залегающих на палеозойском цоколе Мавритано-Сенегальской впадины в краевой части шельфа Гвинеи-Бисау превышает 5 тыс. метров. Они описаны в литературе достаточно хорошо [2, 3 и др.]. Нас же интересует лишь самая верхняя — подвергавшаяся денудации часть разреза рыхлых отложений, слагающих аккумулятивную равнину. Большая часть поверхности последней сложена типично морскими верхнемиоценовыми