

УДК 551.465

ОСОБЕННОСТИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ФОРОССКОГО ВЫСТУПА КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА ЧЕРНОГО МОРЯ

Пасынков А.А.

Рассмотрена геоморфология Форосского выступа континентального склона Черного моря. Охарактеризованы особенности его геоморфологического строения. Установлено, что подножье склона осложнено системой протяженных валов и рвов, являющихся геоморфологическим отражением зоны сочленения Черноморской впадины с орогеном Горного Крыма. Выявленная система связывается в единое целое со структурным швом у подножья Ломоносовского подводного массива. Ключевые слова: континентальный склон, сейсмогенный ров, газовый факел, формы рельефа.

В геоморфологическом отношении район континентального склона Форосского выступа входит в состав «Геоморфологической области южного продолжения орогенных структур Горного Крыма» [4] и охватывает относительно крутосклонную поверхность склона, выдвинутую на 25 км от юго-западного побережья Крыма в сторону глубоководного ложа (рис. 1). Площадь района ограничивается следующими условно принятыми координатами: 44° 23' сш, 33° 10' вд; 44° 23' сш, 34° 10' вд; 43° 58' сш, 33° 10' вд; 43° 58' сш, 34° 10' вд.

В региональном плане очертания выступа повторяет изгибы береговой линии Юго-Западного Крыма, что свидетельствует о связи тектонического строения и истории геологического развития этих районов. Унаследованные тектонические движения и активные экзогеодинамические процессы оказали существенное влияние на процессы рельефообразования и моделирования морфоскульптур этого района.

Общие уклоны поверхности шельфа незначительны и составляют 0-0,5°, но в области склона они резко увеличиваются и варьируют в довольно широких пределах. Региональный перегиб верхней бровки шельфа приурочен к глубинам 180 - 200 м, границы подножия склона расположены на глубинах 1500 - 1700 м, а плавный переход от подножия склона к глубоководному ложу заканчивается на глубинах от 1800 до 2000 м.

В отличие от области шельфа, поверхность континентального склона Форосского выступа расчленена системой каньонов, что отражено в их морфометрических характеристиках: в области шельфа густота горизонтального расчленения составляет 3-6 км/км², а на континентальном склоне она возрастает до 15 и 24 км/км². Ширина склона варьирует в пределах от 7 км на западе до 12 км на востоке. Наиболее крутые участки его приурочены к западной части; восточное продолжение склона выполаживается и увеличивается по простиранию за счет развития протяженных слившихся конусов выноса турбидитов – фенев. Турбидитовые отложения перекрывают фактическую границу континентального склона и ложа глубоководной впадины.

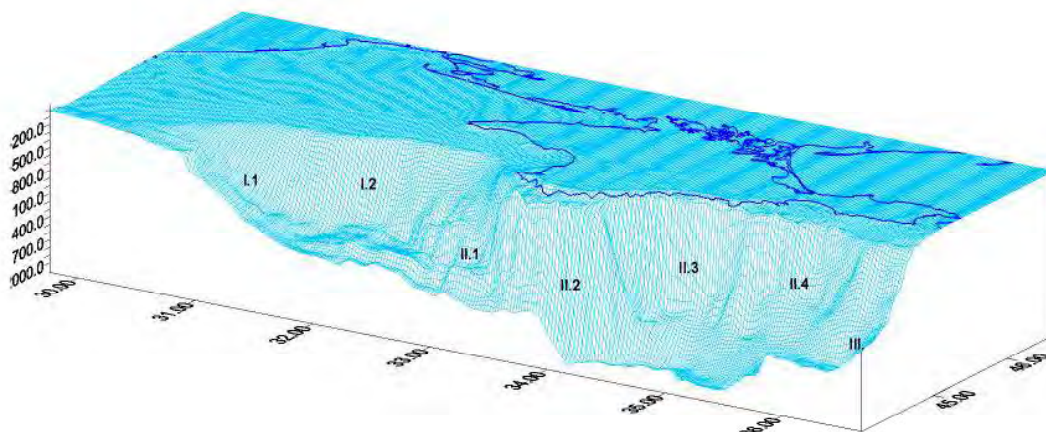


Рис. 1 Блок-диаграмма рельефа Украинского сектора континентального склона с элементами геоморфологического районирования [4]

Геоморфологические районы: I.1. Район эрозионно-аккумулятивных пологонаклонных поверхностей палеодолин Дунай-Днестровского междуречья. I.2. Район аккумулятивно-эрозионных поверхностей каньона реки Палеокаланчак. II.1. Район бронированных крутонаклонных поверхностей Ломоносовского подводного массива. II.2. Район гравитационных крутонаклонных поверхностей Форосского выступа. II.3. Район структурно-денудационных и эрозионно-аккумулятивных крутонаклонных поверхностей Южнобережного сектора. II.4. Район эрозионных и аккумулятивных пологонаклонных поверхностей Феодосийского сектора. III Керченско-Таманский район погребенных ралеодельт.

Неотектонические процессы, действующие с начала плиоцена, обусловили характер, интенсивность и активность экзогеодинамических процессов. Для Прикрымского сектора Черного моря характерно общее погружение, начавшееся в неогене. Наибольшие градиенты погружений испытывает область, примыкающая к альпийским структурам Горного Крыма. Здесь тектонические движения отличаются контрастностью, дробностью дифференциации, большими градиентами скоростей опускания. В районе побережья Горного Крыма эти значения составляют 0,7-1,4 мм/год, но с учетом того, что его орогенный пояс испытывает воздымание от +2 до +4 мм/год [5], суммарная амплитуда неотектонических движений оказывает существенное влияние на развитие рельефа. Наибольшее влияние этого фактора ощущается в районе Форосского выступа континентального склона, где он имеет крутое падение (18-20°).

Переинтерпретация ранее полученных материалов и материалов 27 рейса НИС «Владимир Паршин» позволили составить геоморфологическую карту Форосского выступа континентального склона Черного моря. (Рис. 2).

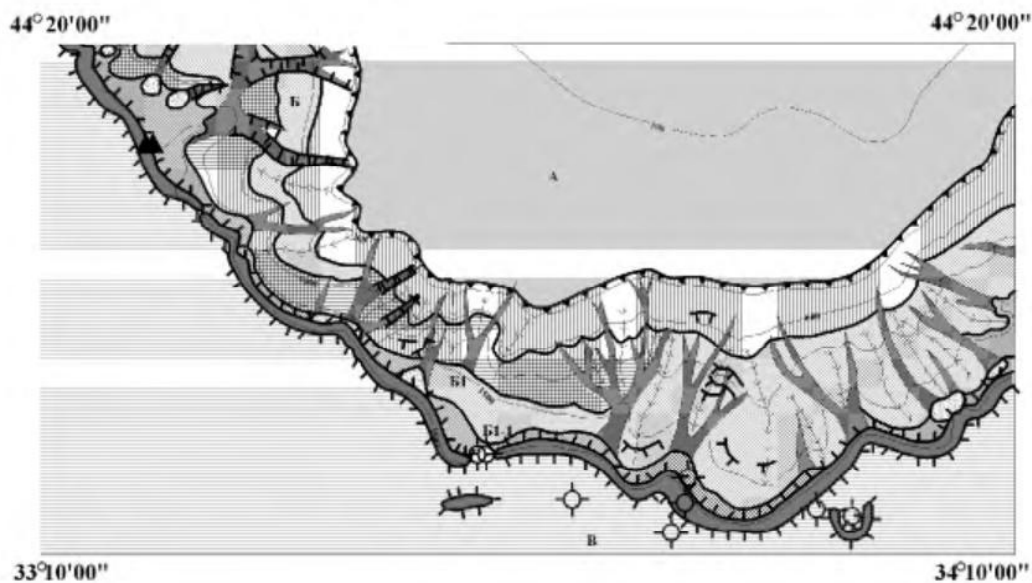




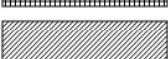


Рис. 2. Геоморфологическая карта Форосского выступа континентального склона Черного моря
 Масштаб 1:200 000

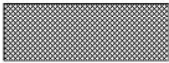

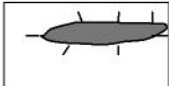
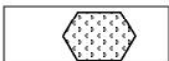
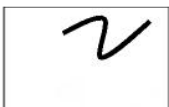




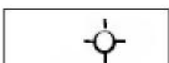

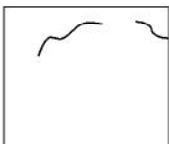
Условные обозначения к Геоморфологической карте Форосского выступа континентального склона Черного моря

Геоморфологические области Черного моря: А – шельф; Б – континентальный склон; В – глубоководное ложе, Б-1. Геоморфологическая подобласть южного продолжения орогенных структур Горного Крыма, Б-1.1. Геоморфологический район Форосского выступа

Морфогенетические типы рельефа

-  Пологонаклонная эрозионно-аккумулятивная поверхность шельфа
-  Субгоризонтальная слабохолмистая гипабиссальная аккумулятивная поверхность глубоководного ложа
-  Наклонные аккумулятивно - эрозионные поверхности континентального склона (КС)
-  Крутонаклонные структурно-гравитационно-денудационные поверхности КС
-  Наклонные эрозионно-аккумулятивные поверхности КС

ОСОБЕННОСТИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ФОРОССКОГО...

	Пологонаклонные гравитационно-аккумулятивные поверхности подножья КС
	Крутонаклонные эрозионно-денудационные поверхности склонов каньонов КС
	Эрозионно-денудационные валообразные поверхности подножья КС: борта и днище структурно-денудационной депрессии глубоководного желоба подножья
	Аккумулятивные поверхности конусов выноса КС
	Границы типов рельефа
Формы рельефа	
	Кровля КС
	Оси подводных хребтов
	Уступы
	Валы
	Изолированные останцовые возвышенности
	Сопки газовых факелов
	Изобаты

Основными морфогенетическими типами рельефа континентального склона Форосского выступа являются:

- наклонные аккумулятивно - эрозионные поверхности;
- крутонаклонные структурно-гравитационно-денудационные поверхности;
- наклонные эрозионно-аккумулятивные поверхности;
- пологонаклонные гравитационно-аккумулятивные поверхности подножья;
- крутонаклонные эрозионно-денудационные поверхности склонов каньонов;
- эрозионно-денудационные валообразные поверхности подножья;
- аккумулятивные поверхности конусов выноса, фенев;

- субгоризонтальная слабохолмистая гипабиссальная аккумулятивная поверхность глубоководного ложа.

Наклонные аккумулятивно - эрозионные поверхности. Аккумулятивно-эрозионные поверхности занимают верхнюю прибрежную часть склона от изобаты 200- 600, в восточной части до 800 м, и имеют общие уклоны от 3,6 до 5,5⁰ (на отдельных участках 5,6-7,5 и даже 7,6-9,5⁰). Эту часть склона составляют слабохолмистые, с сохранением первичных неровностей, преимущественно аккумулятивно-эрозионные поверхности, покрытые морскими илами алеврито-песчанистыми с прослоями битой ракушки, илами алеврито-пелитовыми карбонатными, илами алевритовыми. Ширина зоны варьирует от 2 до 6 км и соответствует зоне гравитационного сноса алеврито-пелитовых осадков. На некоторых участках бровка шельфа осложнена крутыми (до 50-60⁰) субширотными гравигенными сбросами, рвами отседания и оползания прибрежных отложений. Обрывы сменяются крутонаклонными до 25 - 40⁰ степенями рельефа.

Крутонаклонные структурно-гравитационно-денудационные поверхности. Структурно-гравитационно-денудационные поверхности развиты в западной части района где они занимают нижнюю часть склона, заключенную между изобатами 600 (800) – 1500 (1600) м. Средние значения углов наклона поверхностей (в среднем) достигают значений от 7,6 – 9,5⁰, до 11,6 – 13,5⁰ (до 21⁰). Активизация фрагментов субширотных разрывных структур проявляется в рельефе склона в виде отдельных денудационных уступов – обнаженных плоскостей сбросовых сместителей (Рис. 3).

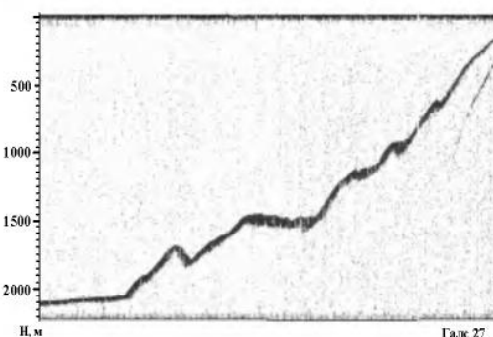


Рис.3. Характерный профиль рельефа в районе Форосского выступа

По профилю наблюдаются структурно-денудационные уступы и карнизы континентального склона. Подножье склона осложнено валом, северный борт которого достигает высоты до 200 м, а южный – 500 м

Морфоскульптурный облик района связан здесь с выходами коренных осадочных и вулканогенно-осадочных пород мезокайнозоя, перекрытых на отдельных участках площади чехлом более молодых осадков, при этом к востоку мощность и площадное распространение последних увеличивается.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ФОРОССКОГО...

Драгирование и эхолотирование склона показало, что уступы, трассируемые на значительном расстоянии, также связаны и со скальными выступами осадочно-туфогенных и туфогенных образований. Уступы разделяют склон на ступени с различными углами наклона его поверхности (Рис. 4). Наибольшее число уступов зафиксировано в западной части склона, где очертания Форосского выступа совпадают с резким изгибом береговой линии Крымского полуострова. Для этой зоны характерны проявления блоково-оползневых и обвальных процессов в связи с высокими градиентами углов наклона поверхности склона. Пологие уступы и поверхности, развитые на коренных отложениях, в большей части перекрываются современными и четвертичными осадками: морскими илами с включением гравия и песчанистого материала, илами пелитовыми с ракушей, а на крутосклонных участках обнажены осадочно-туфогенные отложения.

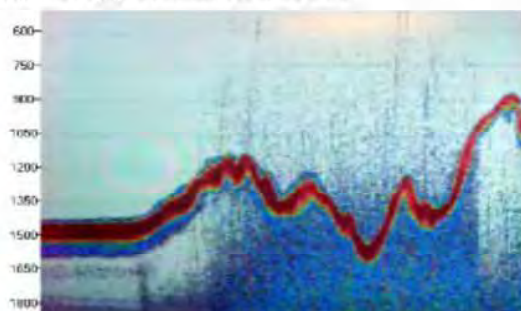


Рис. 4. Эхограмма рельефа Форосского выступа континентального склона по профилю: $44^{\circ}04,967 / 33^{\circ}39,506 - 44^{\circ}05,662 / 33^{\circ}38,878$.

Профиль характеризует рельеф средней части склона – переход от пологонаклонных гравитационно-аккумулятивных поверхностей подножья к крутонаклонным структурно-гравитационно-денудационным локальным возвышенностям, разделенным узкими и глубоковрезанными каньонами.

Наклонные эрозионно-аккумулятивные поверхности. Эти поверхности развиты в основном на западном и восточном флангах района. На крайнем западном фланге они приурочены к средней части склона (изобаты 500-1000 м); а восточнее занимают значительные площади склона на глубинах от 500 до 1700 м. Общие уклоны поверхностей составляют $5,5^{\circ} - 7,5^{\circ}$. Генетически поверхности связаны с обширными латеральными накоплениями четвертичных и современных осадков, перекрывающих коренные породы. Фактически обнажения их на континентальном склоне в восточном направлении уже не фиксируются. Рельеф поверхностей представлен протяженными и обширными «водораздельными» эрозионно-аккумулятивными пространствами, сложенными разнообразными илами алеврито-песчанистыми с прослоями битой ракушки, алеврито-пелитовыми карбонатными, илами алевритовыми.

Пологонаклонные гравитационно-аккумулятивные поверхности подножья континентального склона. Аккумулятивные поверхности подножья континентального склона слагают переходную полосу к глубоководному ложу Черноморской впадины. Всхолмленные поверхности аккумулятивных накоплений слабо наклонены, углы подножья склона здесь составляют $1,6 - 3,5^{\circ}$. Подводные осадки подножья склона, представлены турбидитами, илами алеврито-пелитовыми, пелитовыми и делювиальными обломками коренных пород, вовлеченных в медленные криповые перемещения от верхних участков склона к его подножью. Зона перехода склона к его подножию осложнена системой небольших крутых обрывов, валообразными уступами и рвами, отнесенными к отдельному морфогенетическому типу.

Крутонаклонные эрозионно-денудационные поверхности склонов каньонов. Континентальный склон района интенсивно расчленен долинообразными понижениями и каньонами, основная масса которых приурочена к интервалу глубин от 600 до 1000 – 1600 м. Средняя глубина каньонов 10 - 15 м. Уклоны тальвегов каньонов различны, максимальные наклоны достигают $12, 14$ и 15° , но в среднем колеблются в пределах от $5,5^{\circ}$ до 7° и 10° . Максимальная ширина каньонов достигает 1 - 2 км. Борты долин обладают различной крутизной, достигающих значений 60° , а корытообразный или V - образный профиль днищ осложнен поперечными уступами высотой от 0,5 до 10 м и более.

В крайней западной части района выделяется крупная каньонная система, состоящая из трех основных притоков, внешне напоминающих троговые долины или грабены и сливающиеся в единую трог-долину с обрывистыми бортами. Общее простирание системы – субширотное, но с тенденцией разворота трога на юго-запад. Крупные подводные хребты и каньоны, расположенные восточнее, приобретает северо-восточный, а еще восточнее - субмеридиональный характер простирания. Каньоны этой части склона относительно короткие, но также глубоководные. Склон разделен тремя структурно-денудационными уступами.

Эрозионно-денудационные валообразные поверхности подножья континентального склона. Подножье осложнено валообразным выступом, опоясывающим континентальный склон на всем протяжении района Форосского выступа и фрагментарно окаймленным с севера валообразным понижением. На отдельных участках вал разорван и представлен отдельными горными возвышенностями высотой до 200 м. Наиболее показательным является описание рельефа склона по маршруту, выполненному НИС «Владимир Паршин» [3]. По ходу судна с глубины 1100 м происходит постепенное наращивание глубины до отметки 1729 м, на которой расположен карниз, увенчанный 60-метровой горной вершиной. Далее происходит резкое погружение склона до глубины 2016 м, фиксирующей тальвег протяженного рва (желоба), опоясывающего континентальный склон. Депрессия рва сменяется на крутой вал, пик которого достигает отметки 1852, а его подножье со стороны абиссали опускается на глубину 2038-2078 м (Рис. 5)

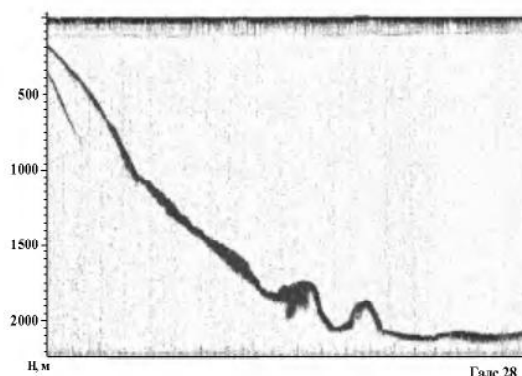


Рис.5. Эхограмма рельефа морского дна

В области границы подножья и глубоководного ложа наблюдается система валов и желобов, а также изолированных останцовых возвышенностей.

Западнее Форосского выступа, в пределах Ломоносовского подводного массива (ЛПМ), подножье континентального склона осложнено вдольсклоновым желобом, который также сопряжен с валообразным выступом рельефа морского дна. Необходимо отметить, что в пределах этой структуры также были выявлены два проявления активного газовыделения. Эта обособленная морфоструктура выделялась разными авторами в качестве: «структурного шва» [2], «сейсмогенной зоны» [6]. По результатам исследований НПО «Ихтиандр» эта депрессия рельефа морского дна сопоставлялась с «речной долиной» [7] протяженностью свыше 115 км. На всем протяжении ($44^{\circ}50,00'$ - $43^{\circ}57,00'$ с.ш. и $32^{\circ}08,75'$ - $33^{\circ}45,00'$ в.д.) долина имеет четко выраженные параметры: русло – бровка – терраса. Она достигала в ширину 3 км и, по данным драгирования, была выполнена аллювиальными отложениями (пески, алевриты, пелиты), местами слоистыми, с пресноводной фауной моллюсков посткарангатского возраста. Верховья долины приурочены к каньонообразному понижению на континентальном склоне. Морфологические параметры морфоструктуры детально исследовались с помощью подводных аппаратов [7]. Это резко асимметричная (южный борт обрывистый, а северный – пологий) протяженная линейная дислокация, ширина которой изменяется от 0,3 до 3 км. На долготе $33^{\circ}30'$ долинное понижение переходит в замкнутую депрессию (эстуарий), расположенную на глубинах от 1750 – 1850 м. Ранее считалось, что эстуарий является восточной границей дислокации, но полученные нами данные позволяют считать, что выявленная система рвов и желобов, ограничивающая подножье склона Форосского выступа, является восточным продолжением этой структуры. Существование «долины» у подножья континентального склона предполагалось еще в работах Архипова И.В. и др. [1]. Важно отметить, что и в пределах ЛПМ и в районе Форосского выступа с этой структурой связаны проявления аномального газовыделения (Рис.7). На всех публикуемых геолого-геофизических разрезах зона сочленения Черноморской впадины с орогеном Горного Крыма фиксируется выступом пород Таврической серии. Таким образом, выявленная цепь валов и сопряженных с ними рвообразных

понижений, в морфогенетическом отношении являются единым геоморфологическим элементом – проявлением в рельефе морского дна единой региональной тектонической структуры, ограничивающей северо-западную часть континентального склона Черного моря.

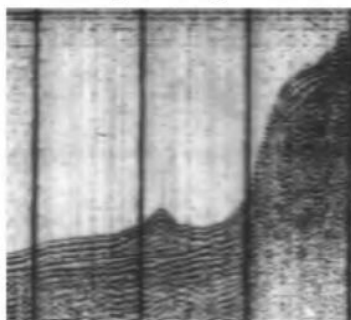


Рис. 6. Сейсмограмма НСП (по материалам Б. М. Симагина – [1]) по профилю шельф – континентальный склон – глубоководное ложе Черного моря.

Вдольсклоновый желоб, расположенный у подножья континентального склона в районе Ломоносовского подводного массива.

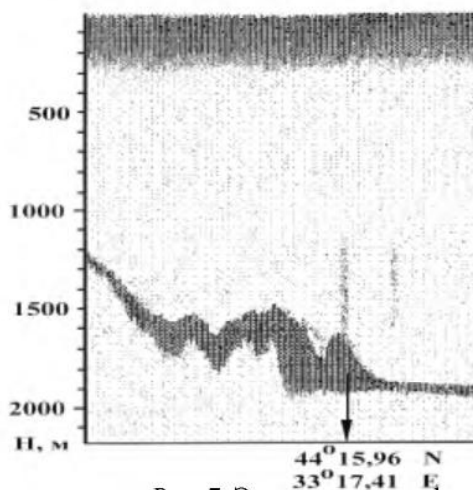


Рис. 7. Эхограмма рельефа морского дна.

Газовые факелы у подножья Форосского выступа континентального склона.

Аккумулятивные поверхности конусов выноса. Активная эрозивно-денудационная деятельность каньонов обусловила развитие подводно-эрозийных амфитеатров на бровке шельфа. Масса эродированного материала, перемещающаяся к подножью уступа склона по долинам каньонов накапливается в виде турбидитовых конусов выноса, слагающих переходную зону от континентального склона к ложу впадины. Иногда конуса выносов сливаются и образуют обширные фены.

Субгоризонтальная слабохолмистая гинабиссальная аккумулятивная поверхность глубоководного ложа. Глубоководное ложе Черного моря в районе Форосского выступа расположено на глубинах 1800 - 2100 м. Дно котловины – плоская аккумулятивная равнина на разнородных и разновозрастных в геологическом отношении структурах. Рельеф ее представлен полого-волнистой слабо прогнутой поверхностью, характерной для предельной равнины неволновой аккумуляции. На отдельных участках морского дна при эхолотном профилировании выявлялись подводные горы, валообразные поднятия, локальные понижения, уступы и рвы глубиной до 30 м, простирающиеся иногда на значительные расстояния.

Интересной особенностью рельефа этой зоны является развитие подводных конусообразных гор диаметром около 200 м, возвышающихся над поверхностью субабиссали на высоту до 170 - 200 м. На отдельных участках промерными работами здесь были выявлены также практически отвесные скальные уступы высотой до 90 м, сложенные меловыми мергелистыми породами и глинами.

Список литературы

1. Архипов И.В., Гайнанов А.Г., Гончаров В.П., Муратов М.В., Непрочнов Ю.П., Непрочнов А.Ф., Успенская Е.А.. Глубинное строение Черноморской впадины к югу от берегов Крыма по данным геологических и геофизических исследований//БМОИП, новая серия. Т.XLV, вып. 2. Изд-во Московского ун-та. 1970 – С.81-103.
2. Геология шельфа УССР. Тектоника. - Киев: Наук. думка, 1987. С. 88
3. Геология континентальной окраины Черного моря.- Киев, 2007. – 82 с.
4. Пасынкова Л.А. Принципы морфоструктурного районирования континентального склона Украинского сектора Черного моря и основные таксоны районирования / Геология и полезные ископаемые Черного моря. Киев. Изд-во «Карбон – ЛТД». 1999.- С. 262-268.
5. Современные геологические процессы на побережье Черного моря. Под ред А.И. Шеко. М.:Наука. 1984.- 176 с.
6. Шнюкова Е.Е., Щербаков И.Б. Петрография пирокластических и вулканогенно-осадочных пород Форосского выступа континентального склона. Геология и полезные ископаемые Мирового океана. №1/2005. – С.87 – 102.
7. Шнюков Е.Ф. Геологические итоги рейса НИС «Ихтиандр» в Черное море // Геол. журн. - 1993.-№ 6. - С. 136-138.

Пасынкова А.А. Особливості геоморфологічної будови Форосського виступу континентального схилу Чорного моря.

Розглянуто геоморфологію Форосського виступу континентального схилу Чорного моря. Охарактеризовано особливості його геоморфологічної будови. Установлено, що підніжжя схилу ускладнено системою протяжних валів і ровів, що є геоморфологічним відбиттям зони зчленування Чорноморської западини з орогеном Гірського Криму. Виявлена система зв'язується в єдине ціле зі структурним швом у підніжжя Ломоносівського підводного масиву.

Ключові слова: континентальний схил, сейсмогенний рів, газовий факел, форми рел'єфу.

Pasyukov A.A. Features of geomorphological structure of continental slope's prominence to the Black sea in Foros. The geomorphology of Foros ledge continental slopes on the Black sea is considered. The features of his geomorphologic structure are described. It is set that the foot of slope is complicated the system of extensive billows and ditches, being the geomorphologic reflection of area of joining of the Black sea cavity with orogen of Mountain Crimea. The exposed system associates in single whole with a structural stitch at the foot of the Lomonosovsky submarine massive.

Key words: continental slope, gas torch, forms of a relief.