

П. Ф. Гожик, В. Н. Шелкопляс

**РЕЛЬЕФ ШЕЛЬФА ГОРНОГО КРЫМА И КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

У процесі робіт по вибору траси прокладки кабеля оптико-волоконного зв'язку, які проводились в 57-му рейсі НДС "Професор Водяницький" на замовлення "Укртелекому", був виконаний великий обсяг промірних робіт. Їх систематизація і аналіз дозволили виділити на шельфі Гірського Криму і Керченського п-ова абразійно-аккумулятивні рівні на глибинах 20–25, 30–35, 50–60, 80–95 і 105–115 м. Утворились вони за четвертинного періоду при регресіях Чорного моря на підводній континентальній окраїні.

In the process of works for making a line to lay the submerged cable of the optical-fibrous connection which were fulfilled in the 57-th voyage on the research boat "Professor Vodyanitsky" the big survey was carried out according to the Ukrtelecom's order. Their systematization and analysis allowed the abrasive-accumulative levels in depths 20–25, 30–35, 50–60, 80–95 and 105–115 m to be defined on the shelf of the Mountainous Crimea and Kertch peninsula. Those levels were formed during the Quaternary period in the time of regressions of the Black sea on the submarine continental margin.

Изучением рельефа шельфа Черного моря занимались многие специалисты. При этом детальность исследований определялась масштабом промерных работ. Как правило, это были разрозненные материалы по отдельным участкам, а данные гидрографической службы не всегда были доступны. Наиболее изученным оказался болгарский шельф Черного моря благодаря специальным исследованиям, которые осуществлялись как болгарскими, так и советскими специалистами в рамках сотрудничества по линии СЭВ.

В 57-м рейсе НИС "Професор Водяницький", посвященном выбору трассы прокладки кабеля оптико-волоконной связи между приморскими городами Крыма, были выполнены детальные промерные работы на крымском шельфе с помощью эхолота Simrad EK-500 с цифровой регистрацией эхограмм. Координирование осуществлялось современными навигационными системами Furuno GP-80 и GPS-500 Navigator. Частота импульсов промера и высокая точность привязки исключали пропуск сколько-нибудь существенных неровностей дна, что дало возможность получить детальную характеристику рельефа шельфа и, соответственно, выбрать наиболее безопасный вариант прокладки кабеля.

Имеющийся в нашем распоряжении материал эхолотного промера был тщательно проанализирован в геоморфологическом отношении. Основные результаты сводятся к следующему.

От Севастополя до Евпатории на всем протяжении предполагаемой трассы кабеля не за-

фиксировано значительных неровностей дна. Уклоны не превышают 0,5–1°. Выход на 90-метровую изобату плавный, и далее к северу простирается ровная абразионно-денудационная терраса с наложенными позднеплейстоцен-голоценовыми морскими осадками. Абсолютные отметки глубин террасы изменяются от 80–85 до 95 м. При этом переход от глубин 80 м к 95 м очень плавный, с уклоном не более 0,5°. Ширина этой террасы около 20 км. Севернее указанного уровня имеются еще два четких уровня на глубинах 50–60 и 30–35 м. Первый имеет ширину от 4 до 8 км, а на участке предполагаемой трассы – около 6 км. Более четко выражен уступ к 30–35-метровому уровню. Уклон к нему все же не превышает 2°. Далее к берегу идет плавный подъем дна с небольшими подводными валами (1–3 м), представленными песчаными аккумуляциями первого и второго обрушений волны.

Шельф от Севастополя до Ялты уже предвещающего. Сразу за поворотом на юго-восток он сужается до 15–16 км. При этом берег приглубый, 50-метровая изобата расположена на расстоянии 500–600 м от берега. От поворота до меридиана мыса Фиолент в рельефе дна выражены три уровня: первый от берега 55–60-метровый, второй – 80–90-метровый, третий – 105–115-метровый. Первый уровень очень узкий, второй более широкий (3–4 км), и его внешняя граница расположена на расстоянии 2,5–5,0 км от берега. Третий уровень, в отличие от первых двух, имеет четкий наклон к бровке шельфа, которая расположена на глубинах от 125, 130–140 до 160–180 м. Уклоны дна между первым и вторым уровнями до 0,4–0,5°, между

вторым и третьим до 1°. Второй уровень характеризуется практически ровной поверхностью с небольшими неровностями (1–2 м) на расстоянии 2–3 км с очень пологими уклонами.

К мысу Сарыч шельф значительно расширяется, достигая местами 30 км. Его внешний край расположен на глубинах 130–140 м. Берег приглубый. Четко представлен 80–95-метровый уровень, внутренняя граница которого удалена от берега всего на 2–3 км, а ширина составляет от 3,5 до 4 км. Мористее идет пологий уклон к 105–115-метровому и далее к 130–135-метровому уровням. В направлении мыса Ай-Тодор шельф резко суживается до 10–11 км, а 80–95-метровый уровень – до 2 км. Несмотря на его небольшую ширину, он представлен четкой ступенью с небольшими (1–2 м) параллельными берегу поднятиями, имеющими уклоны не более 0,5°. Особенно хорошо такие поднятия (высотой до 3 м) прослеживаются от траверса Берегового к Ялте. Не исключено, что здесь остались остатки древних береговых баров, впоследствии сnivelированных и перекрытых молодыми осадками. Более высокие уровни в рельефе дна выражены плохо, по-видимому, сnivelированы абразионными процессами из-за близости берега. От 80-метровой изобаты к Ялте идет пологий подъем дна. В самом заливе шельф широкий и хорошо представлен 80–90-метровым уровнем. Поверхность его пологоволнистая, уклоны неровностей нигде не превышают 1°. Уровень в 130–135 м здесь отсутствует.

Шельф Горного Крыма от Ялты до Алушты небольшой ширины, близко расположены вершины каньонов, а в береговой зоне имеются неровности дна, сформировавшиеся реками при более низком положении моря и не совсем выровненные осадками. По-видимому, из-за приглубости береговой зоны и наличия многочисленных берегоукрепительных сооружений влияние вдольберегового потока наносов сведено до минимума. Ширина шельфа изменяется в широких пределах: от 4–4,5 км в районе Аюдага, до 5–6 км – Гурзуфа и 10 км – Ялты и Алушты. Ввиду небольшой ширины шельфа абразионно-аккумулятивные уровни имеют ограниченную ширину, особенно это касается самого высокого (30–35 м), на многих участках практически не выраженного. Фрагментарно представлен и 105–115-метровый уровень. На некоторых участках резкий перегиб бровки шельфа проходит после 100-метровой изобаты. Все же 80–95-метровый уровень представлен достаточно четко на профилях (рис. 1). От Ялты до Алушты поверх-

ность этого уровня изменяется от 80 до 90 м. При этом отмечается наличие понижений (до 6 м глубины) шириной до 3 км с очень пологими склонами (до 1°). Прослеживание пониженных участков к берегу показало, что они не имеют линейно вытянутой формы и не могут рассматриваться как ложбины стока к вершинам каньонов. А на внешней границе уровня находятся небольшие (2–3 м) поднятия с пологими склонами. Правда, внешний край их круче внутреннего (рис. 1).

В то же время ближе к бровке шельфа к 90-метровой изобате подходят эрозионные понижения, открывающиеся у вершины каньонов (рис. 2). Их вид в реальном масштабе свидетельствует о достаточно пологих склонах на большей части понижения. Первое из эрозионных понижений, которое трассируется к вершине западного каньона, имеет следующие характеристики. От 90-метровой изобаты правого борта до 93 м уклон составляет около 1°, до 94-метровой изобаты – 2° и до 100-метровой изобаты – от 1,5 до 2°. Затем следует уклон к 105-метровой изобате около 3о, который к днищу понижения увеличивается до 10°. Днище практически ровное. Левый борт начинается пологим подъемом (1,5–2°), который на протяжении 50 м увеличивается до 5°. Далее следуют неширокая наклонная (1,5–2°) терраса, “резкий” подъем склона с углами 8°, а затем пологий склон (1–2°) до 92-метровой изобаты. Превышение бортов над днищем составляет 25–26 м, расстояние между ними около 1350–1400 м. Следующее эрозионное понижение, открывающееся в тот же каньон восточнее, несколько мельче. Его глубина по сравнению с бортами 15–18 м. Здесь также от 80–95-метрового абразионно-аккумулятивного уровня к правому борту до глубин 96 м идет наклон дна от 1 до 2°, затем увеличивается до 4о (изобата 100 м), и до днища уклоны составляют от 6 до 7°. Днище с легким наклоном (1–2°). Левый борт, как и у первого понижения, более пологий, но имеется участок с наклоном дна до 8°.

Более сложное и продвинутое третье эрозионное углубление (рис. 2), открывающееся в восточный каньон. Оно состоит из двух отвержков. Его максимальный врез находится на глубине 134 м, а превышение бортов над днищем достигает 34 м. Прежде всего отметим, что борта понижения располагаются на 100-метровой изобате. На правом борту от нее до 109-метровой изобаты первого отвержка уклоны составляют не более 1–1,5°, затем возрастают к изобате 114 м до 4°, к 120 м – 3° и к 125 м – 3°. На ле-

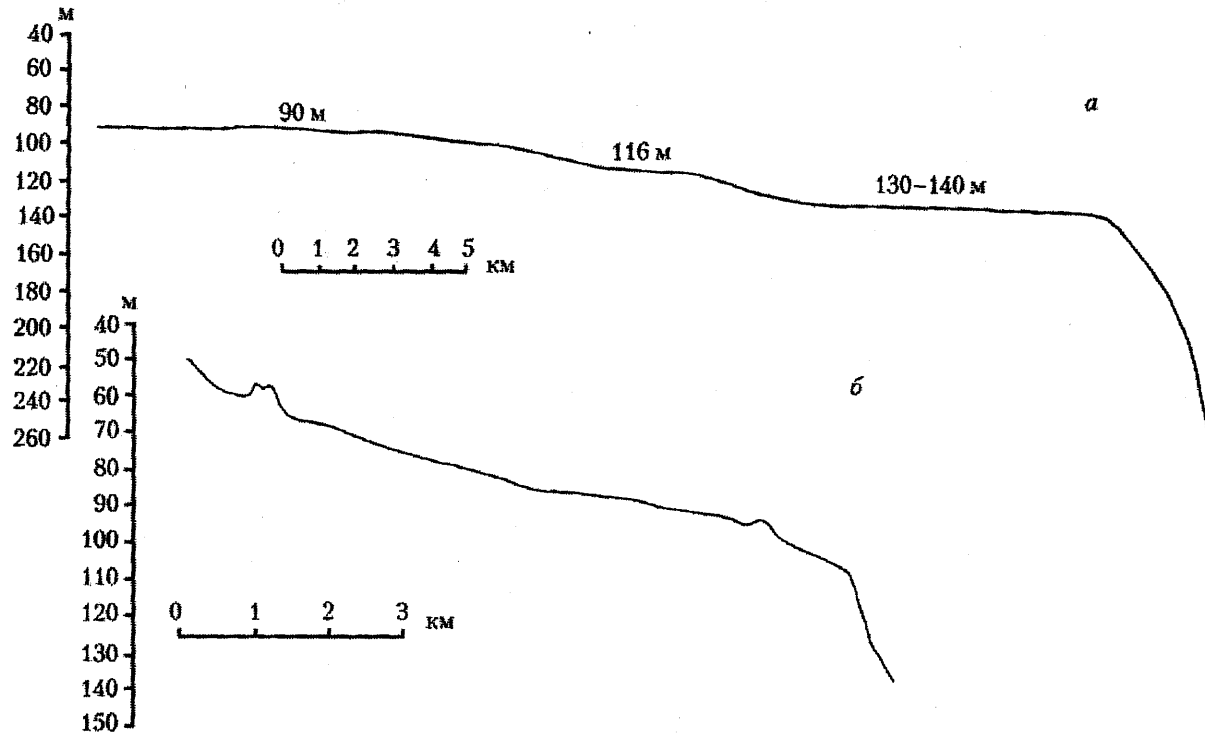


Рис. 1. Схематичные субмеридиональные профили дна шельфа в районе мыса Сарыч (а) и Алушты (б)

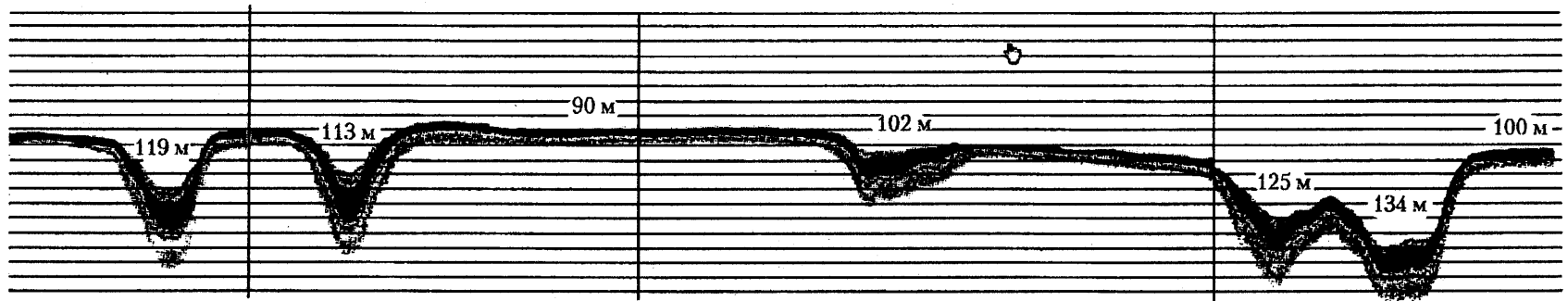


Рис. 2. Запись эхолота эрозионных понижений на внешнем шельфе Горного Крыма в районе Алушты

вом склоне первого отвержка имеется небольшая, высотой 1,5–2 м, терраска. Подъем до раздела между первым и вторым отвержками составляет от 3 до 4°. Второй отвержек глубже, и углы наклона в нижней части (от 125 до 130 м) возрастают до 10°. Днище неширокое и также с неширокой 1,5–2-метровой терраской. За ней – подъем с углами 2–3° и лишь от 126-метровой к 119-метровой изобате возрастают до 10°, участками 13°, потом уменьшаются до 8° к 111-метровой отметке и 2° к 102-метровой.

Анализ материалов эхолотирования, его обработка в разных масштабах и координирование позволяют нам сделать следующие выводы. Отмеченные понижения, несомненно, эрозионного происхождения. По ним осуществлялся сток в каньоны. Их борта, несмотря на углы местами до 8–10°, не имеют подводных абразионных уступов. Ширина и выровненность днищ также указывают на отсутствие постоянного направленного стока. Наличие небольшой терраски может рассматриваться как факт прерывистости их формирования. Между описанными эрозионными понижениями имеется (рис. 2) еще одно неглубокое с асимметричными бортами, крутым (до 5°) правым и пологим (до 1,5°) левым.

От Алушты до Феодосии шельф хотя и не широкий (до 9–10 км), но довольно ровный. Хорошо представлен 80–95-метровый уровень и особенно 50–60-метровый, имеющий местами ширину до 3–4 км. Колебания высот небольшие и лишь местами достигают 2 м. Склоны их очень пологие. Все уровни сужаются при подходе к мысу Меганом. Ложбины подводного стока отсутствуют. По всей вероятности, верхушки каньонов расположены значительно южнее.

От мыса Меганом к Феодосии шельф резко расширяется за счет 50–60-метрового уровня, достигающего местами ширины 10 км и более. Хорошо выражен, хоть и не широкий 30–35-метровый уровень. В районе Меганом уровень 80–90 м сужен местами до 1,5 км. Однако к востоку он расширяется до 3–4 км. Ближе к Феодосийскому заливу и в самом заливе возрастает ширина 30–35-метрового и особенно широким является 20–25-метровый уровень. В Феодосийском заливе ширина шельфа составляет 40–45 км, на траверсе мыса Чауда шельф сужается до 25 км и вновь расширяется на восток до 40–45 км. Строение шельфа аналогично предыдущему участку, однако на востоке участка вместе с расширением шельфа происходит расширение 50–60-метрового уровня и уменьшение ширины 80–95-метрового (до 1–2 км), что ха-

рактерно вообще для Керченско-Таманского региона. Учитывая характер распределения глубин на запад и восток, можно предположить, что 80–95-метровый уровень здесь перекрыт мощной толщей осадков. По-видимому, ранее, когда устья рек Кубань и Дон открывались непосредственно в море, в береговую зону выносилось огромное количество взвешенного материала, который осаждался на шельфе. Алевритовая и пелитовая составляющие выносились с береговой зоны на приглубую часть шельфа, где и отлагались.

Кроме изучения крымского шельфа были выполнены исследования материкового склона и глубоководной части Черного моря по перспективному кавказскому направлению. Если глубоководная часть не вызывает особых опасений при прокладке кабеля, то материковый склон, изобилующий многочисленными каньонами, требует самого пристального внимания. Уклоны дна здесь измеряются в широких пределах – от 2–5 до 30–35°, а местами наблюдаются почти вертикальные стенки. Анализ материалов промера показал, что особенно активные каньоны (с наличием многочисленных отвержков с крутыми склонами) распространены восточнее Алушки. Как уже отмечалось ранее, в районе Ялты – Гурзуфа – Алушты в строении шельфа отсутствуют уровни глубже 100 м, уничтоженные быстро растущими верхушками каньонов. Поэтому был выбран вариант прокладки трассы кабеля от бровки шельфа несколько восточнее меридиана мыса Сарыч. На этом участке нет резкого перегиба к материковому склону и не отмечено поперечных отвержков каньонов. На материковом склоне выражено несколько ступеней: 620–660, 810–850 и 1200–1280 м. Максимальные уклоны дна составляют 25–300. С глубины 810–815 м были подняты плотные глинистые алевриты с раковинами киммерийских моллюсков. От подножия материкового склона до максимальных глубин моря переход постепенный, с уклоном до 10.

Анализ имеющихся материалов показывает, что прокладка кабеля оптико-волоконной связи между Евпаторией – Севастополем – Ялтой – Алуштой – Феодосией – Керчью наиболее аргументирована по абразионно-аккумулятивному уровню 80–95 м, который в виде террасы имеет значительную ширину и лишен существенных неровностей. Однако в районе Алушты трасса должна быть смещена на глубины 70–75 м, чтобы обойти рассмотренные ранее эрозионные понижения. В то же время от Феодосии к Керчи

экономически целесообразна прокладка кабеля по 50–60-метровому уровню.

Отмеченные выше уровни поверхности шельфа Горного Крыма и Керченского п-ова образовались под воздействием абразионно-аккумулятивных процессов на подводной континентальной окраине во время четвертичных трансгрессий и регрессий Черного моря. Образование же самой подводной континентальной окраины (в понимании Ф. Шепарда) произошло в палеогене. Последняя трансгрессия, выходящая далеко за пределы современной береговой линии, была раннепонтическая или новороссийская. Все последующие трансгрессии лишь частично распространялись за пределы подводной континентальной окраины. В то же время и при регрессиях береговая линия не располагалась ниже бровки шельфа. Исключением может быть лишь кратковременная, но мощная регрессия, наступившая после новороссийской трансгрессии. С ней мы связываем накопление грубообломочного материала в глубоководной части Черного моря, вскрытых в скв. 380 А, 381 буровым судном “Челленджер”, а также заложение каньонов на континентальном склоне.

Наличие террасовидных уровней по подводной континентальной окраине отмечалось многими исследователями. При этом было установлено их наличие на континентальном склоне [1, 2, 8], наряду с находками киммерийских моллюсков на глубинах от 270 до 1804 м. В пределах же шельфа самый древний уровень расположен на глубинах от 105–115 до 130 м. На таких же глубинах он установлен в пределах болгарского шельфа Черного моря и выделен под названием глубоководной террасы [7]. В районе шельфа Крыма 105–130-метровый уровень отсутствует в районе Гурзуфа – Алушты. Что же касается его возраста, то мнения болгарских исследователей [4, 6, 7] не однозначны – чаудинский или новоэвксинский и всецело зависит от трактовки возраста аккумулятивных валов на глубинах 95–100 м. Одни исследователи [4], исходя из находок чаудинских моллюсков в терригенно-ракушечных отложениях (прибрежного генезиса) основания валов, считают их чаудинского возраста; другие [7] – новоэвксинскими из-за находок новоэвксинских моллюсков. П.В. Федоров [9] отнес отложения, вмещающие чаудинские моллюски, к ранней чауде. Он же выявил чаудинские моллюски в новоэвксинских отложениях шельфа Турции на глубинах от 80 до 105 м. Наличие чаудинских отложений доказано на шельфе Болгарии в ряде мест. На поднятии Вос-

точно-Самотино они представлены двумя толщами: нижняя – грубозернистая, отнесена по комплексу диатомей к ранней чауде и верхняя – глинистая, позднечаудинская [6]. Установлены верхнечаудинские отложения в средней части болгарского шельфа. Вскрыты чаудинские отложения в ряде скважин (поднятие Голицына), где они сложены сверху алевритами, а внизу ракушечниками и песками. Все это свидетельствует о том, что береговая линия чаудинского бассейна находилась гораздо выше 200-метровой изобаты, как это принималось ранее [1, 2].

Основываясь на изложенных фактах, мы относим 105–130-метровый уровень к дочаудинскому времени [3], когда береговая линия моря находилась в пределах нынешних глубин – 120–130 м. Поэтому этот уровень необходимо отнести к погребенной прибрежно-морской аккумуляционной террасе. Следовательно, 80–95-метровый уровень выделяется как абразионно-аккумулятивная терраса раннечаудинского времени. Выявленные на внешнем шельфе Горного Крыма (на глубинах 90–95 м) валобразные поднятия с пологими склонами, по аналогии с болгарским шельфом Черного моря мы относим к подводным береговым валам раннечаудинского бассейна. Между ранне- и позднечаудинским бассейнами был довольно длительный интервал, когда уровень моря находился на нынешних глубинах в 80 м. Последовавшая затем позднечаудинская трансгрессия привела к поднятию уровня моря до абсолютных отметок –50 м, о чем свидетельствует положение верхнечаудинских отложений в средней части шельфа Болгарии и северо-западной части Черного моря. Позднечаудинский возраст мы принимали для 50–60-метрового уровня.

Следующая крупная регрессия Черного моря отмечается между позднечаудинской и древнеэвксинской трансгрессиями, вследствие которых были обновлены сформированные в гурийское время на шельфе речные долины и размыты чаудинские отложения на большей части шельфа. Однако уровень Черного моря не опускался более чем на 70 м в сравнении с современным. Древнеэвксинская трансгрессия была не только максимальной в плейстоцене, но и наиболее продолжительной. Абразионные процессы, поступление в береговую зону больших масс влекомого и взвешенного материала способствовали быстрому заполнению эрозионных долин стока на шельфе осадками.

Очень четко, особенно на северо-западной части Черного моря, прослеживается уступ к

30–35-метровому уровню. Его формирование началось в предкарангатскую регрессивную фазу, а завершилось в позднем плейстоцене, когда (60–25 тыс. лет назад) береговая линия моря длительное время находилась в пределах современных глубин в 35–40 м. От нее к современному берегу простиралась прибрежная равнина, расчлененная долинами рек. На шельфе северо-западной части моря на ней сформировалась мощная толща лессовых пород. Исходя из приведенного, 30–35-метровый уровень следует отнести к прибрежно-морской аккумулятивной террасе.

В конце позднего плейстоцена (23–15 тыс. лет назад) произошло резкое понижение уровня Черного моря до абсолютных отметок –85–90 м, о чем свидетельствуют находящиеся на этих глубинах прибрежно-морские отложения с новоэвксинской фауной моллюсков. В это время реки, унаследовавшие свои долины, сформированные в гурийское время, приблизились к внешнему краю шельфа, разгружая взвешенный и влекомый терригенный материал у верхушки каньонов, по днищам которых он сносился в подножье континентального склона.

Ранее мы отмечали наличие на внешнем шельфе района Гурзуф – Алушта эрозионных понижений, открывающихся в каньоны. Активный рост последних наблюдался в предчаудинское время благодаря большой энергии потоков, а также из-за большого перепада высот на небольшом расстоянии. Вероятно, тогда и был уничтожен быстро растущими каньонами 105–130-метровый уровень. В предновоэвксинскую регрессивную фазу произошло дальнейшее углубление эрозионных понижений и формирование в их днищах невысокой террасы (рис. 2). Ближе к берегу эрозионные понижения были сnivelированы потоками наносов. Перекрывание их голоценовыми илами может свидетельствовать о прекращении активного стока по эрозионным ложбинам.

В Керченско-Таманской зоне [10] шельфа имеется (правда, не всегда четко выражен) 20–25-метровый уровень. Его происхождение может быть связано с непродолжительным положением береговой линии поздней стадии но-

воэвксинского бассейна (12,5–10 тыс. лет назад) на глубинах 19–20 м ниже современного.

1. Андрусов Н. И. Палеогеографические карты Черноморской области в верхнеплиоценовую, плиоценовую и послетретичную эпохи // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. – 1976. – Т. 34, № 3/4. – С. 183–188.
2. Архангельский А. Д., Страхов Н. М. Геологическое строение и история развития Черного моря. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1938. – 226 с.
3. Ложик П. Ф. Регрессивные этапы в позднекайнозойской истории Черного моря и их отражение в развитии гидросети // Изучение геологической истории и процессов современного осадкообразования Черного и Балтийского морей. – Киев: Наук. думка, 1984. – Ч. 1. – С. 100–102.
4. Димитров П. С., Говберг Л. Н. Новые данные о плейстоценовых террасах и палеогеографии болгарского шельфа Черного моря // Геоморфология. – 1979. – № 2. – С. 81–89.
5. Довгий С. А., Шнюков Е. Ф., Старостенко В. И. и др. Геологическая оценка трассы подводного кабеля связи Севастополь – Затока. – Киев, 2002. – 120 с.
6. Крыстев Т. Н., Лимонов А. В., Сорокин В. М. и др. Проблема чауды болгарского черноморского шельфа // Геологическая эволюция западной части Черноморской котловины в неоген-четвертичное время / Ин-т океанологии БАН. – София, 1990. – С. 349–361.
7. Маев Е. Г., Лохин М. Ю., Крыстев Т. И. Структура, морфология и история развития внешней части западного шельфа Черного моря (некоторые дискуссионные вопросы) // Там же. – С. 332–339.
8. Семененко В. Н., Лупаренко А. П., Люльев Ю. Б. и др. О наличии морских плиоценовых и плейстоценовых отложений на континентальном склоне Черного моря // Геол. журн. – 1982. – Т. 42, № 4. – С. 116–119.
9. Федоров П. В. Некоторые дискуссионные вопросы плейстоценовой истории Черного моря // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. – 1982. – Т. 57, вып. 1. – С. 108–117.
10. Шнюков Е. Ф., Захаров В. Е., Аленкин В. М. и др. Геологическое строение южного склона Керченско-Таманской зоны // Геол. журн. – 1979. – Т. 39, № 4. – С. 121–127.

Ин-т геол. наук НАН Украины,  
Киев

Статья поступила  
17. 01. 03