

УДК 551.35(262.5)

В.М. Сорокин, А.В. Старовойтов, А.Г. Росляков

ОСАДОЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ НА КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ОКРАИНЕ КРЫМА В ЧЕРНОМ МОРЕ

С помощью геоморфологических, сейсмоакустических и литологических методов изучены особенности строения осадочной толщи на континентальной окраине Южного Крыма в Черном море в районе Ялты. Установлено чередование в разрезах шельфа и ялтинского глубоководного конуса выноса регрессивных и трансгрессивных отложений, связанных с четвертичными изменениями уровня бассейна. По результатам анализа разрезов осадков выявлена ведущая роль в осадконакоплении процессов перемещения осадочного материала с верхних гипсометрических уровней на нижние.

Ключевые слова: осадки, осадконакопление, сейсмоакустическое профилирование, четвертичный, Черное море, континентальная окраина.

The features of a construction sedimentary stratas in continental margin of Southern Crimea in the Black sea near Yalta are investigated with geomorphological, acoustical and lithological methods. The alternation in sections of shelf and Yalta deep-sea fan of regressive and transgressive deposits, bound with quarternary sea level variations is established. As a result, the leading role of processes of movement sedimentary material from upper on lower hypsometric levels is discovered.

Key words: deposits, sedimentary process, acoustic profiling, quarternary, Black sea, continental.

Введение. Континентальная окраина Горного Крыма в Черном море является сложным в тектоническом, геоморфологическом и седиментологическом отношениях объектом. Она представляет собой погруженное южное крыло Крымского мегантиклинория, характеризуется повышенной сейсмичностью и контрастным рельефом дна. На ялтинско-судацком участке шельф узкий, континентальный склон крутой с углами наклона 10–20° и прорезан многочисленными подводными долинами. Подножие склона имеет оползневой облик и служит местом разгрузки мутьевых потоков.

В научной литературе имеются региональные данные о строении осадочной толщи, выявленные на основе интерпретации сейсмоакустических материалов (НСП). По ним установлены глубина залегания и морфология поверхности таврической серии, мощность и особенности строения майкопских и плиоцен-четвертичных отложений, сделаны выводы об особенностях протекания осадочного процесса в четвертичное время [Моргунов и др., 1981; Старовойтов, 1985; Neotectonics..., 1997]. В результате интерпретации многочисленных эхолотных промеров выявлены основные черты морфологии, направления и густоты подводных долин и выполнена их типизация. По результатам многочисленных опробований дна грунтовыми трубками изучены общие особенности строения разрезов верхне-четвертичных осадков, их состав и условия образования [Осадконакопление..., 1978].

Однако, несмотря на имеющиеся успехи, процессы четвертичного осадконакопления на континентальной окраине Крыма изучены далеко не полно.

Цель нашей работы — изучение особенностей строения и состава верхнечетвертичных отложений в Ялтинском каньоне и на его конусе выноса для установления процесса их накопления и главных механизмов образования. В ее основу положены результаты обработки профилей НСП, эхолотных промеров и проб осадков, полученные в разные годы сотрудниками геологического и географического факультетов МГУ. Фактический материал представлен на рис. 1.

Результаты исследований. *Сейсмоакустические исследования* с различным разрешением по вертикали, проведенные в ялтинском секторе крымской материковой окраины Черноморской впадины, позволили выявить строение верхней части осадочного разреза на глубину до 1,5–2 км. В результате сеймостратиграфического анализа здесь выделено три сейсмических комплекса.

По нашим данным, на шельфе в районе Ялты и Алупки на сейсмолентах в нижней части разреза хорошо видна поверхность таврической серии (нижний сейсмокомплекс), которая у южных берегов Крыма является поверхностью акустического фундамента. Она погружается от береговой зоны, где выходит на дно, к бровке шельфа, где залегает на глубине несколько сотен метров (рис. 2).

Выше со стратиграфическим и угловым несогласием залегает слоистая толща с субпараллельными протяженными отражающими горизонтами (средний сейсмокомплекс). Мощность ее на ялтинском участке достигает 700–900 м, но на запад и восток сокращается до 200–300 м. Нижние ее слои, вероятно, имеют неогеновый возраст.

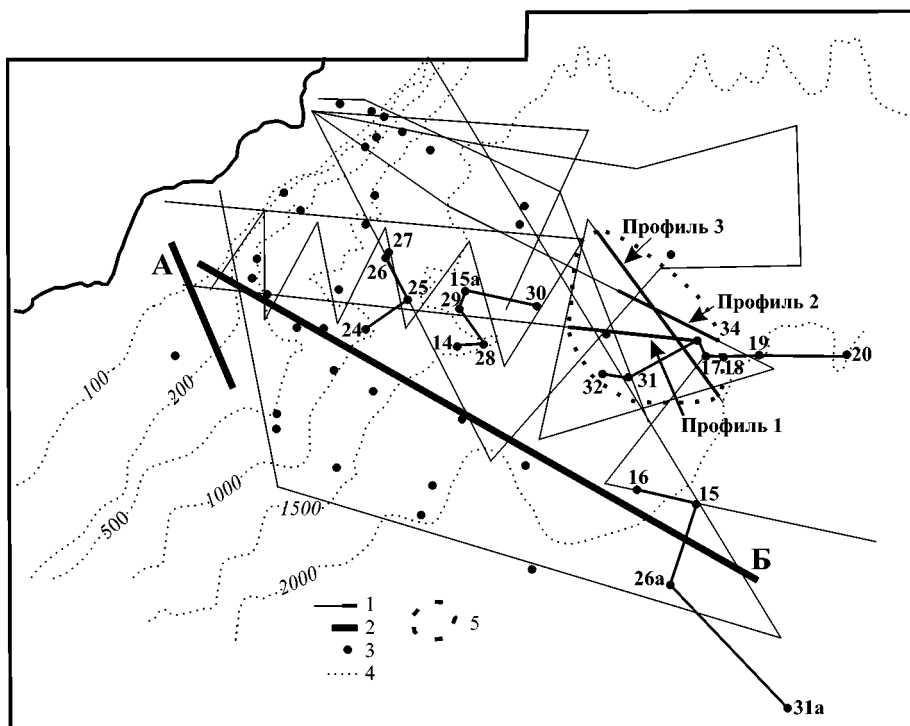


Рис. 1. Схема фактического материала: профили: 1 — эхолотные, 2 — сейсмоакустические; 3 — точки отбора осадков; 4 — изобаты (м); 5 — область развития осадочных волн

В верхней части толщи (верхний сейсмокомплекс) выделяется несколько поверхностей размыва. Во внешней части шельфа с ними связаны крупные

аккумулятивные клиноформы. Судя по структуре записи (многочисленные косо наклоненные отражающие горизонты), они сложены грубозернистыми прибрежными фациями, которые образовывались в периоды низкого стояния уровня моря в ледниковые эпохи плейстоцена.

Самый верхний косослоистый подкомплекс верхнего сейсмокомплекса в районе Алупки расположен вблизи поверхности дна и перекрывается небольшой по мощности толщей осадков (около 3–5 м). Внешняя граница подкомплекса отражается в рельефе дна в виде уступа высотой около 15 м на глубине моря около 100–120 м. Протяженность подкомплекса составляет несколько километров. Его мощность увеличивается в сторону моря от 13 до 20 м, максимальная крутизна отражающих границ наблюдается у внешней кромки вблизи зоны выклинивания.

Ниже по разрезу под 10–15-метровой пачкой нормальнослоистых отложений виден второй косослоистый подкомплекс мощностью от 10 до 15 м (во внешней части) и длиной около 7 км с аналогичной внутренней структурой.

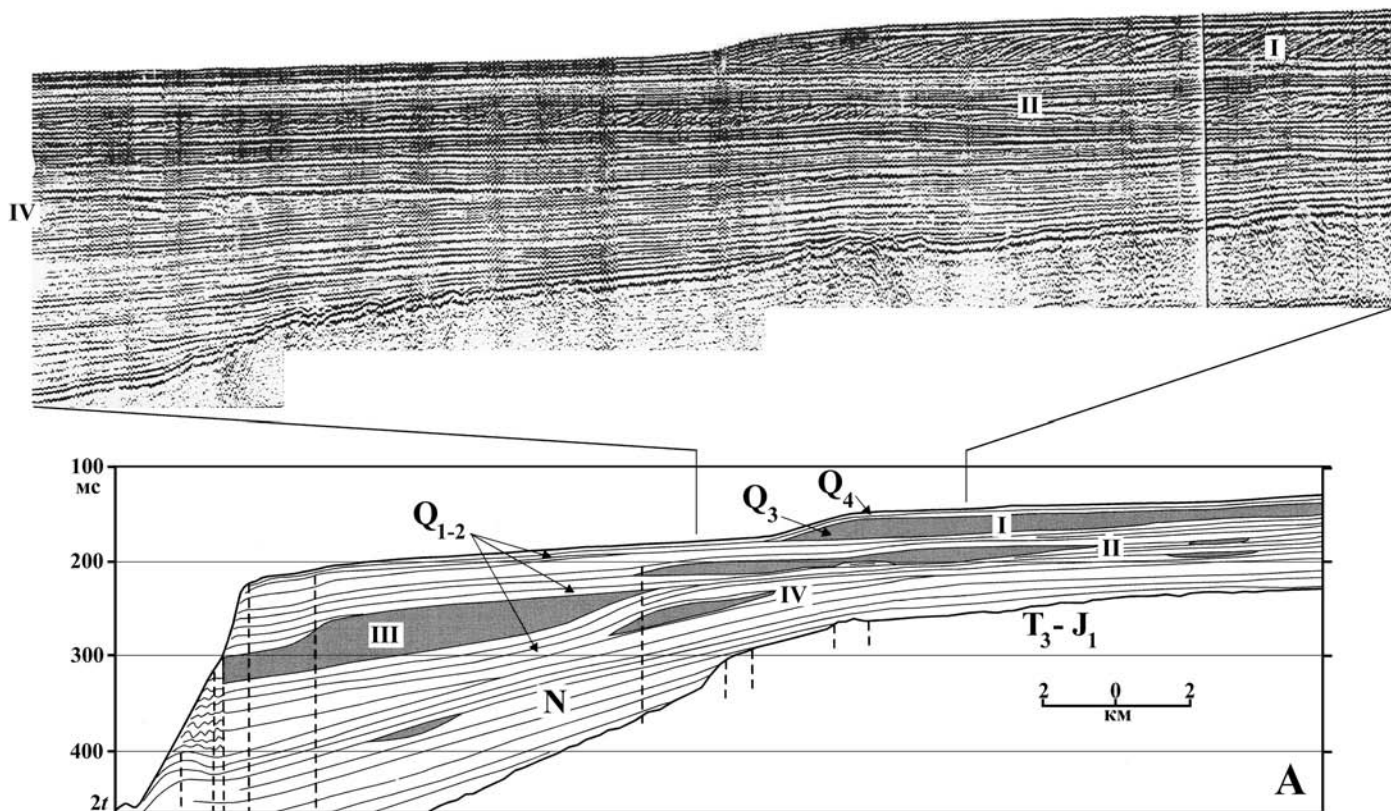


Рис. 2. Строение осадочной толщи шельфа (см. рис. 1, профиль А)

Его внешняя кромка расположена в 3 км мористее первого подкомплекса и ограничена погребенным уступом.

Под местом замыкания второго подкомплекса под 22-метровой толщей отложений начинается третий косослоистый подкомплекс. Максимальная его мощность (около 40 м) фиксируется в 2 км мористее бровки шельфа. Отличается от первых двух подкомплексов протяженным акустически прозрачным участком в средней части и общей низкой интенсивностью внутренних отражений. Во внешней зоне вблизи континентального склона верхняя часть третьего подкомплекса замыкается с образованием погребенного уступа. Нижняя его часть выходит на континентальный склон. При этом внутренние отражения выполаживаются и становятся параллельными выше- и нижележащим границам. Место выхода нижней пачки на континентальном склоне погребено под обрушившимся или сползшим блоком. Мощность перекрывающих подкомплекс горизонтальнослоистых отложений составляет на большем его протяжении 35–45 м, а вблизи бровки шельфа достигает 80 м. Длина подкомплекса около 9 км.

Под внутренним краем третьего подкомплекса отделенное 10–15-метровой толщей осадков залегает следующее аккумулятивное тело — выпуклая кверху линза с протяженностью более 2 км и максимальной мощностью 20 м. Линза, а также начало третьего подкомплекса расположены над местом резкого перегиба поверхности таврической серии.

Со всеми четырьмя косослоистыми подкомплексами связаны поверхности выравнивания, протягивающиеся в сторону берега и являющиеся продолжением верхних кромок этих тел.

Подобное же строение свойственно верхней части осадочной толщи западнее и восточнее Ялты, где шельф имеет минимальную ширину и глубину [Лохин, Маев, 1989].

Описанные косослоистые тела, очевидно, формировались в регрессивные эпохи, отвечающие четвертичным оледенениям. При этом верхний подкомплекс, скорее всего, является новоэвксинским и фиксирует низкое стояние уровня Черного моря во время последней — ошашковской — стадии валдайского оледенения. Так, в нескольких колонках с внешнего шельфа были вскрыты прибрежные галечники, подстилаемые и перекрытые более глубоководными осадками (рис. 3) [Сорокин, Куприн, 2007], судя по данным изотопного возраста по ^{14}C , они накопились около 15 000–17 000 лет назад.

Нижний комплекс за пределами шельфа обнаружен на континентальном склоне и на некоторых участках его подножия. Его полная мощность неизвестна. Слагающие его отложения характеризуются хаотичным или акустически прозрачным типом волновой картины и по этому признаку резко отличаются от вышележащих, в основном стратифицированных отложений (рис. 4). Кровля комплекса имеет неров-

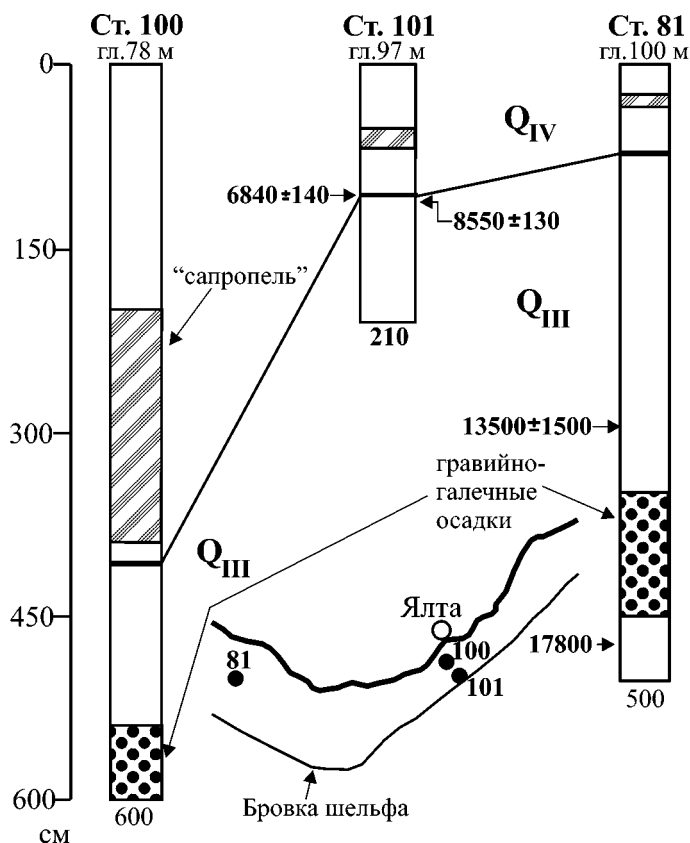


Рис. 3. Разрезы верхнечетвертичных осадков шельфа. Q_{III} — поздний плейстоцен, Q_{IV} — голоцен

ную поверхность; видимая высота отдельных поднятий иногда достигает 0,7 с и более. На некоторых участках континентального склона он обнажается на поверхности дна.

По данным предыдущих сейсмических исследований и драгирования установлено, что нижний комплекс представлен отложениями таврической серии и, возможно, средней юры [Моргунов и др., 1981]. Аналогичный тип записи характерен и для глин майкопской серии, которые также имеют неровную кровлю. Они залегают мористее отложений таврической серии в прогибе Сорокина [Старовойтов, 1985].

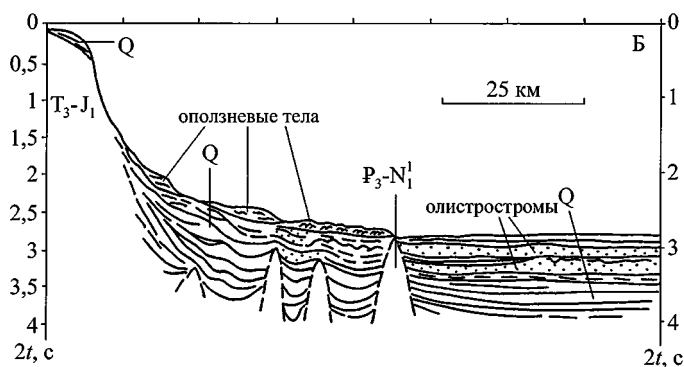


Рис. 4. Строение осадочной толщи континентального склона и Ялтинского глубоководного конуса выноса (см. рис. 1, профиль Б). T₃-J₁ — таврическая серия; P₃-N₁¹ — майкопская серия; Q — плейстоцен

На некоторых профилях, расположенных на континентальном подножии, рассмотренные образования находятся на одном гипсометрическом уровне и их разделение вследствие схожести волновых картин затруднено. Взаимоотношения в плане и характер сочленения отложений майкопской и таврической серий будут рассмотрены ниже. Здесь отметим, что в пределах склона поверхность образований таврической серии ступенчато погружается по системе сбросов в сторону глубоководной впадины.

Верхний комплекс с резким угловым несогласием залегает на нижнем комплексе и имеет, как правило, слоистую структуру, нарушаемую местами разнообразными оползневыми процессами [Старовойтов, 1985]. Видимая мощность верхнего комплекса достигает 1,0–1,5 с, редко более. Изучение палеолитодинамики показало, что его структура в этом районе сформировалась под воздействием двух разнонаправленных “потоков” терригенного материала. Первый обусловлен поступлением наносов со стороны Ялты в южном и юго-восточном направлении, второй характеризуется перемещением осадков с северо-востока на юго-запад и связан с развитием подводного конуса выноса Палеодона и Палеокубани. В обоих случаях седиментация сопровождалась гравитационным оползанием неконсолидированных осадков с образованием характерных структур и отложений. В западной и северо-северо-западной частях района основную роль играли оползневые процессы, что привело к образованию на континентальном склоне толщ с преимущественно хаотичным типом волновой картины. На продольных по отношению к склону профилях в отложениях верхнего комплекса отмечены несогласия, что свидетельствует о неоднократном смещении осадков.

В восточной и юго-восточной частях района разрез, как правило, слоистый. Пачки с хорошо выраженной слоистостью чередуются с толщами, в которых слоистость сильно нарушена либо совсем отсутствует. По морфологическим и структурным признакам эти отложения являются олистостромами.

Сопоставление сейсмических профилей с разрезами скважины DSDP № 379 показывает, что верхняя толща является в основном четвертичной, хотя не исключено, что в нижней части разреза могут присутствовать и плиоценовые отложения. Чередование толщ с различным типом слоистости обусловлено периодически действовавшими гравитационными процессами, интенсивность проявления которых в свою очередь определялась в основном колебаниями уровня моря.

Таким образом, в западной и северо-западной частях района плиоцен(?)–четвертичные отложения представляют собой сложно построенные оползневые тела, в то время как в юго-восточной части, где континентальный склон становится более пологим и значительно увеличивается в плане материковое подножие (периферическая часть подводного ко-

нуса выноса), структура рассматриваемых осадков определяется гравитационными процессами другого типа — осадочными потоками.

Строение осадочных образований над неровной кровлей нижнего сейсмического комплекса значительно меняется в плане. Здесь можно выделить два типа структурных взаимоотношений. Для первого типа характерно несогласное налегание плиоцен(?)–четвертичных осадков на уже сформированный рельеф. Второй тип выделен в юго-восточной части района, где стиль складчатых дислокаций определяется рельефом кровли нижележащих отложений. Иногда складки выражены и в рельефе дна. Не рассматривая их генезиса, отметим, что эти дислокации вызваны пластическими деформациями майкопских глин, которые продолжают и в настоящее время. Следовательно, по особенностям строения верхней толщи можно отделить образования таврической серии от глин майкопа. По представлениям некоторых исследователей, границей между ними является зона надвига.

Строение и состав осадков. В пределах континентального склона выделено несколько ландшафтных зон, в пределах которых разрезы верхнечетвертичных отложений существенно различаются как по литологическому составу, так и по стратиграфической полноте.

По результатам эхолотной съемки сотрудником географического факультета МГУ В.И. Мысливцом построена геоморфологическая схема, дающая представление о характере рельефа изученного района (рис. 5). На ней видно, что континентальный склон до глубины 1000–1500 м пересекается Ялтинским каньоном и многочисленными, но менее протяженными долинами, которые наиболее отчетливо выражены в его верхней части. Некоторые из них выполнены толщей осадков мощностью до 50 м, в то время как в других долинах отложения отсутствуют, что связано, как будет показано ниже, с активно протекающими в них в настоящее время процессами переноса осадков. У подножия склона образуется обширный глубоководный конус выноса со слабо наклоненной в сторону глубоководной впадины поверхностью. Ее волнистый рельеф на глубине от 1800 до 2000 м образован, по-видимому, осадочными волнами [Wynn, Stow, 2002] (рис. 6) длиной до 1 км и высотой до 30–40 м. Их наличие вблизи изученного нами участка дна подтверждается результатами сейсмоакустических исследований [Neotectonics..., 1997].

В возрастном отношении отложения представлены новочерноморским и древнечерноморским (голоценовым Q_{IV}), новоэвксинским (верхнеплейстоценовым Q_{III}) горизонтами, а также неразделенным средне- и нижнеплейстоценовым (Q_{I-II}) горизонтом. В обычных глубоководных разрезах самые молодые новочерноморские илы обогащены кокколитофорами вида *Emilania huxleyi*. Древнечерноморские осадки выделяются по максимальному содержа-

нию органического вещества (сапропель). Новоэвксинские отложения отличаются глинистым составом и высоким содержанием гидротроилита. В ряде колонок под типичными новоэвксинскими осадками вскрыты более плотные сапропелеподобные илы предположительно карангатского возраста. К средне-нижнеплейстоценовым условно отнесены гораздо более плотные глины, местами с многочисленными слоями пелитоморфного карбоната.

Изученные нами разрезы осадков характеризуются следующими особенностями строения (рис. 7).

На континентальном склоне в русловых частях подводных каньонов и долин во вскрытых разрезах практически отсутствуют самые молодые (новочерноморские и древнечерноморские) осадки (рис. 7, а). Под незначительным по мощности (не более 5 см) полужидким глинистым илом здесь залегает глинистый с гидротроилитом новоэвксинский ил или плотные глины раннечетвертичного и даже дочетвертичного возраста. В одной колонке глины содержат солоноватоводный комплекс диатомовых водорослей чаудинского возраста. Следовательно, осевые части каньонов и долин являются зоной размыва и транзита осадочного материала.

На бортах подводных каньонов и долин древнечерноморские и частично или полностью новочерноморские осадки выпадают из разреза. На дне моря обнажаются или лежат близко к его поверхности новоэвксинские алевритово-глинистые илы и более древние доверхнеплейстоценовые осадки, часто с нарушенным залеганием. По-видимому, значительная часть верхнечетвертичного покрова удалена с крутых стенок каньонов и долин процессами оползания.

На выровненных участках континентального склона между каньонами и долинами разрезы осадков отличаются максимальной полнотой, особенно в нижней части континентального склона на глубине 1000–1500 м. Новочерноморские отложения здесь представлены чередованием пачек тонкослоистого, кокколитово-глинистого ила мощностью до 1,5 см и алевритово-глинистого ила мощностью до 2 см. Суммарная мощность новочерноморских илов достигает 1–1,2 м. В древнечерноморском горизонте наблю-

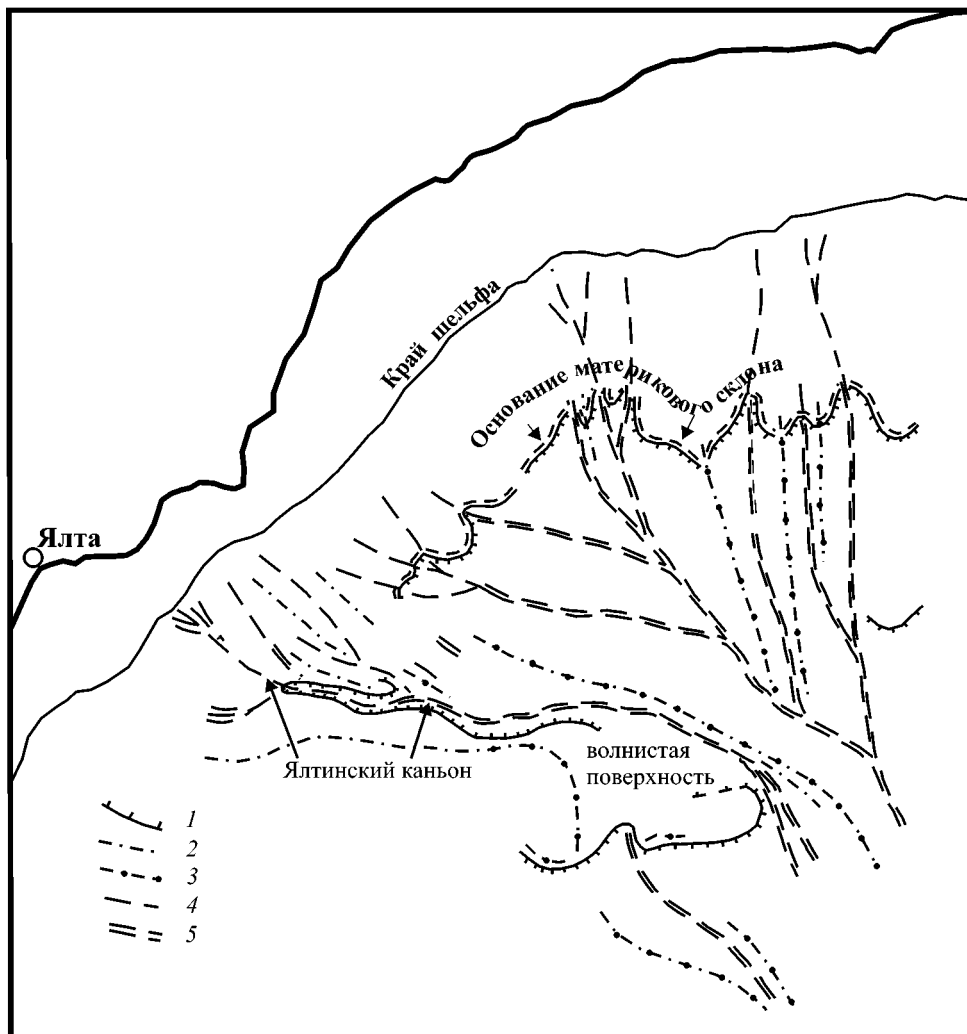


Рис. 5. Геоморфологическая схема: 1 — уступы; 2 — гребни гряд, оси хребтов; 3 — оси валов; 4 — тальвеги каньонов; 5 — тальвеги пологих ложбин

дается переслаивание тонкослоистых сапропелево-глинистых пачек мощностью до 4 см и однородных алевритово-глинистых пачек мощностью до 1,5 см. Мощность древнечерноморского горизонта достигает

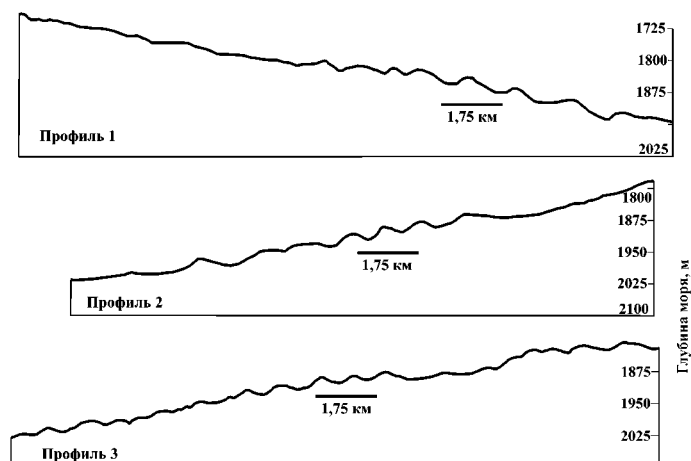


Рис. 6. Эхолотные профили с осадочными волнами (см. рис. 1)

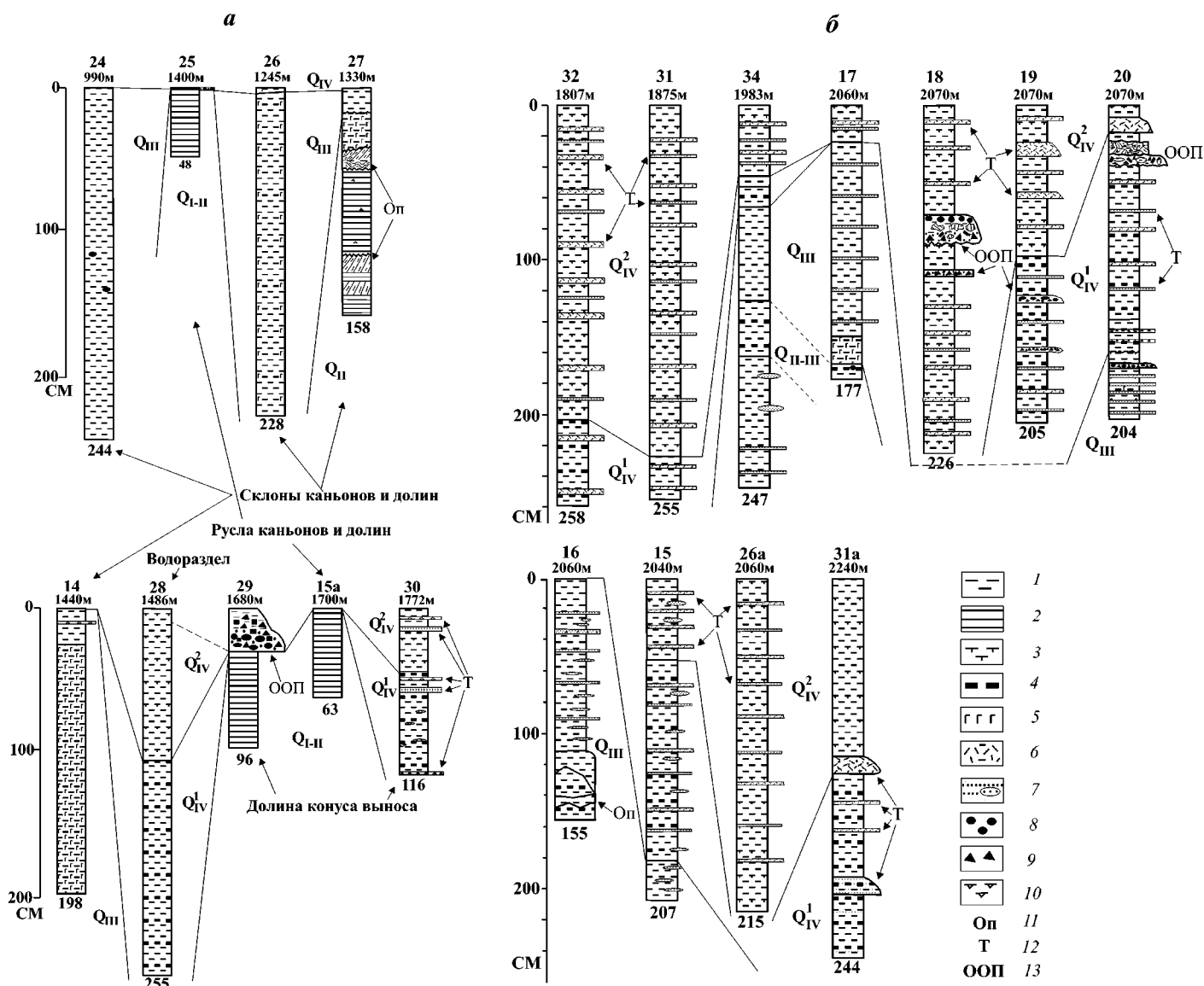


Рис. 7. Строение разрезов четвертичных отложений Ялтинского каньона, глубоководного конуса выноса и смежных участков глубоководной впадины (положение точек отбора осадков см. на рис. 1): а — нижние части каньонов и подводных долин проксимальных частей глубоководных конусов выноса; б — средние и дистальные части глубоководного конуса выноса и прилегающие участки глубоководной впадины; 1 — глинистый ил; 2 — глина; 3 — кокколитовый ил; 4 — сапропелевый ил; 5 — гидротроилит; 6 — кокколитовые и сапропелевые турбидиты; 7 — песчано-алевритовые линзы и турбидиты; 8 — галька; 9 — гравий и обломки пород; 10 — раковины и детрит; 11 — оползни; 12 — турбидиты; 13 — отложения обломочных потоков. Стратиграфические индексы: Q_{IV}^2 — новочерноморский горизонт; Q_{IV}^1 — древнечерноморский горизонт; Q_{III} — новозвксинский горизонт (верхний плейстоцен); Q_{II} — средний плейстоцен; Q_I — нижний плейстоцен

1,5–2 м. Ниже вскрываются известково-глинистые новозвксинские илы, обедненные C_{org} и обогащенные сгустками и прожилками гидротроилита, за счет которых осадок приобретает пятнисто-полосчатую текстуру.

Подножие континентального склона и прилегающая часть глубоководной впадины представляют собой сложно построенную зону развития глубоководных конусов выноса. Их поверхность прорезана многочисленными неглубокими каналами стока осадочного материала, в некоторых случаях обрамленных прирусловыми валами.

В проксимальной части ялтинского конуса выноса на доверхнеплейстоценовых песчаных глинах, на-

сыщенных гидротроилитом, с отчетливыми складками оползания или течения вскрыта 30-сантиметровая пачка гравелита с большим количеством раковин и детрита древнечетвертичных и голоценовых моллюсков. Вся эта масса насыщена полужидким песчано-глинистым илом. В самой верхней части пачки залегает полужидкий ил с рассеянными частицами, состоящими из кокколитов.

Мористее характер разреза изменяется. Здесь вскрыта толща голоценовых илов следующего состава. Новочерноморский горизонт сложен пачкой переслаивающегося глинистого ила и тонкослоистого и/или “крупчатого” кокколитово-глинистого ила. Здесь же встречены тонкие линзы и линзовидные

слойки песчано-алевритового материала, примесь раковинного детрита; отмечены микроразрывы со смещением слоев. Древнечерноморский горизонт состоит преимущественно из алевритово-глинистого ила с маломощными слоями, обогащенными сапропелевым материалом, с микрослоистой и “крапчатой” текстурой. С верхней частью этих слоев ассоциируются линзы-прослой песчано-алевритового материала. В ряде случаев наблюдается постепенный переход в перекрывающие глинистые илы (градационная слоистость). В горизонте имеются прослой, обогащенные раковинным детритом голоценовых моллюсков, а в самом низу — с примесью гравия и фрагментов раннечетвертичных и голоценовых моллюсков.

В средней части ялтинского конуса выноса разрезы осадков из каналов и прирусловых валов характеризуются близостью состава (рис. 7, б). Мощность новочерноморского горизонта изменяется от 1,8 до 2,25 м. В нем наблюдается переслаивание преобладающих по мощности (до 4 см) глинистых илов и двух видов кокколито-глинистых илов. Первые имеют тонкослоистую текстуру за счет собственно кокколитовых и глинистых слоёв. Мощность подобных серий изменяется от нескольких миллиметров до 1–1,5 см. Вторым свойственна “крапчатая” текстура за счет рассеянной в массе крошки из остатков кокколитов и сапропеля. В них наблюдается своеобразная градационная текстура за счет уменьшения количества и размерности крошки вверх по разрезу. Переход в вышележащие глинистые илы постепенный. С этими прослоями ассоциируются линзы и слойки песчано-алевритового материала, причем в наиболее крупных из них иногда видна тонкая косая слоистость. Мощность описанных образований достигает до 4 см. Общее число прослоев до 60–70.

Аналогичное строение имеет и древнечерноморский горизонт, в котором место кокколито-алевритового материала занимает сапропелевый материал. Вскрытая мощность горизонта составляет около 80 см. Отметим наличие оползневых текстур в сапропелевом горизонте из канала стока.

В дистальной части ялтинского конуса мощность новочерноморских и древнечерноморских отложений сокращается. Новочерноморские отложения представлены неплотным илом, в котором переслаиваются участки чистого алевритово-глинистого ила и крапчатого и тонкослоистого кокколито-глинистого ила с линзами и тонкими слойками песчано-алевритового материала. Мощность горизонта не превышает 50–60 см. Древнечерноморские отложения или размыты, или сложены неярко выраженным полосчатым в основе алевритово-глинистым илом с редкими (9 прослоев на 110 см) прослоями, обогащенными органическим веществом, мощностью от нескольких до 15 мм. Последние имеют тонкослоистую и крапчатую текстуру. Ниже залегают новоэвксинские алевритово-глинистые илы, содержащие густки, линзы и неровные прослой гидротроилита, а

также прослой тонкого песка и алеврита мощностью до 1–2 см.

В одной из колонок под новоэвксинскими илами суммарной мощностью 133 см вскрыты более плотные карангатские илы (?), содержащие сапропелевидные и известковые прослой.

Ряд колонок, расположенных на конусе выноса многочисленных подводных долин, которые протягиваются вдоль континентального склона между Алуштой и Судакком, дает представление о несколько иных разрезах осадков. Здесь в кокколито-глинистых и сапропелево-глинистых илах с полосчатой текстурой, аналогичных вышеописанным, обнаружены довольно многочисленные горизонты грубообломочного материала разного состава. Среди них выделены пачки, состоящие из мелкой гальки, гравия, окатышей и угловатых обломков сапропеля, обломков разновозрастных раковин моллюсков и растительного детрита. Все это заполнено песчано-глинистым илом. Мощность пачек 3–9 см. Некоторые прослой состоят из различного по крупности песка с примесью раковинного детрита, их мощность достигает 4–5 см. Крупный раковинный детрит обнаружен на отдельных уровнях и в толще глинистых илов.

Ряд горизонтов мощностью до 20–30 см характеризуется оползневыми текстурами, особенно в сапропелевых пачках. Следует отметить значительное развитие оползневых текстур в разрезах как после, так и до новоэвксинских осадков подножия континентального склона юго-западнее Ялтинского каньона и конуса выноса.

По мере движения в глубь впадины в разрезах верхнечетвертичных осадков увеличивается доля микрослоистых разностей кокколито-глинистого и сапропелево-глинистого ила и снижается количество их крапчатых разностей и примеси песчано-алевритового материала.

Обсуждение результатов. Рассмотренные геолого-геофизические материалы показывают, что формирование четвертичного осадочного слоя в системе каньон — глубоководный конус выноса на ялтинском участке континентальной окраины в Черном море происходило в результате сочетания двух различных процессов: а) гравитационного перемещения материала различными осадочными потоками с верхних гипсометрических уровней на нижние и б) “фоновой” седиментации через водную толщу.

Общепринятая точка зрения на деятельность осадочных потоков состоит в том, что по крайней мере в четвертичное время они наиболее ярко проявляются в периоды низкого стояния уровней морей, совпадающих по времени с ледниковыми периодами. Именно в это время наблюдается активизация процессов на глубоководных конусах выноса, что приводит к резкому “погрублению” разрезов и снижению роли фоновой седиментации. Сложностью стратиграфического расчленения глубоководных отложений определяется скудость фактов, касающихся масштабов действия

осадочных потоков при высоких стояниях уровней. В отличие от других морей и океанов простая, наглядная и надежная стратификация верхнечетвертичных отложений Черного моря позволяет проследить роль осадочных потоков в образовании разрезов на всем протяжении изменения его уровня.

Известно, что во время максимума последнего оледенения ~17 тыс. л.н., которому соответствует новоэвксинская регрессия, уровень Черного моря находился на отметках около –100 м и, следовательно, шельф обнажился из-под морских вод. На рассмотренном профиле НСП этому времени условно отвечает поверхность самого молодого аккумулятивного тела, представляющего собой грубозернистые фации прибрежной зоны бассейна (рис. 2). В результате развития послеледниковой трансгрессии к концу новоэвксинского времени (~8 тыс. л.н.) уровень Черного моря поднялся до отметок –25÷30 м по отношению к современному, а к концу древнечерноморского времени (3–4 тыс. л.н.) — до отметок –10÷15 м [Осадконакопление..., 1978; Сорокин, Куприн, 2007], т.е. в конце плейстоцена и в голоцене береговая зона Южного Крыма, которая служит питающей областью для глубоководных участков бассейна в условиях незначительного речного стока, была удалена от бровки шельфа.

Тем не менее представленный материал показывает, что колонки с ялтинского конуса выноса и смежных участков содержат значительное количество прослоев, представляющих собой потоковые отложения разного состава, присутствующие как в новоэвксинском, так и в посленовоэвксинских горизонтах. Как правило, это турбидиты, сложенные в древнечерноморских и новочерноморских илах кокколитоидным и сапропелевым материалом в виде крошки диаметром до нескольких миллиметров, переотложенным с верхней части континентального склона, где соответствующие отложения частично или полностью размыты. Для них характерны градиционная слоистость, наличие в подчиненном количестве песчано-алевритового материала в виде линз и тонких слойков. Во вскрытых глинистых илах новоэвксинского возраста турбидиты представлены песчано-алевритовым материалом. В ряде случаев в толще голоценовых отложений встречены более мощные образования типа обломочных потоков. Наряду с оползневыми структурами это указывает на активное проявление склоновых процессов, инициирующих осадочные потоки, на всем протяжении последнего цикла изменения уровня Черного моря при его подъеме до положения, близкого к современному. Наличие сильнообводненной смеси гальки, гравия, раковин и раковинного детрита, песка и ила в прок-

симальной части ялтинского каньона может быть связано с ялтинским землетрясением 1927 г.

Подобное же развитие осадочного процесса на глубоководных конусах ранее было отмечено нами на кавказской окраине бассейна [Соловьева, Сорокин, 1993].

Вскрытая мощность новоэвксинских и более молодых осадков в дистальной части ялтинского конуса выноса и прилегающей части глубоководной впадины превышает 10 м [Degens, Ross, 1974; Neotectonics..., 1997]. По данным высокочастотного профилирования верхняя часть разреза мощностью до 15 м сложена плохо стратифицированными или полупрозрачными отложениями [Neotectonics..., 1997], которые характерны для глубоководных конусов выноса. Если принять скорость их накопления в 1 м/тыс. лет, то время накопления составит 15–17 тыс. лет.

Таким образом, сопоставление литологических и сейсмоакустических данных позволяет утверждать, что в сложении всей толщи трансгрессивных позднеплейстоцен-голоценовых осадков велико значение отложений относительно тонкозернистых осадочных потоков.

На более низкочастотном профиле НСП (рис. 4) внутренняя структура верхнечетвертичных отложений не проявляется. Однако в разрезе присутствуют два мощных горизонта с характерным типом сейсмической записи, по-видимому сложенных крупным комплексом потоковых и оползневых осадочных образований. Они, скорее всего, накопились в более длительные ледниковые периоды среднего и раннего плейстоцена. По нашим и литературным данным, на шельфе им соответствуют прибрежные аккумулятивные тела, отнесенные ко второму—четвертому подкомплексам.

Заключение. Полученные данные для Ялтинского каньона и его глубоководного конуса могут служить актуалистической моделью седиментогенеза в структурно-морфологической обстановке окраины горноскладчатого сооружения при периодических изменениях уровня моря. Его отличительная особенность состоит в ведущей роли процессов размыва, оползания, перемещения осадочными потоками материала с верхних гипсометрических уровней дна бассейна на нижние. Узость шельфа (несколько километров), крутизна континентального склона и его сильная поперечная расчлененность, высокая сейсмическая активность территории способствуют развитию этих процессов не только в регрессивные, но и в трансгрессивные стадии развития. На глубоководном конусе выноса это проявляется в большой доле отложений различных типов осадочных потоков, что определяет высокую скорость осадконакопления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Лохин М.Ю., Маев Е.Г. Морфология дна и структура верхних горизонтов осадков западной части крымского шельфа // Геология континентальной террасы окраинных и внутренних морей. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 105–114.

Моргунов Ю.Г., Калинин А.В., Калинин В.В. и др. Тектоника и история развития северо-западного шельфа Черного моря. М.: Наука, 1981.

Осадконакопление на континентальной окраине Черного моря. М.: Наука, 1978.

Соловьева Н.А., Сорокин В.М. Генетическая типизация позднечетвертичных осадков восточной окраины Черного моря // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1993. № 2. С. 45–54.

Сорокин В.М., Куприн П.Н. О характере подъема уровня Черного моря в голоцене // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2007. № 5. С. 40–46.

Старовойтов А.В. Структура плиоцен-четвертичных отложений и гравитационные процессы на континентальном склоне и подножии в Черном море: Автореф. канд. дис. М., 1985.

Degens E.T., Ross D.A. The Black Sea — geology, chemistry and biology // Amer. Assoc. Pet. Geol. Mem. 1974. Vol. 20.

Neotectonics and fluid flow through seafloor sediments in the Eastern Mediterranean and Black Seas. Pt 2: Black Sea // Intergovernmental Oceanographic Com. Technical ser. Vol. 48. UNESCO, 1997.

Wynn R.B., Stow D.A.V. Classification and characterisation of deep-water sediment waves // Marine Geology. 2002. Vol. 192. P. 7–22.

Кафедра литологии и морской геологии:

В.М. Сорокин, профессор,

e-mail: sorokin@geol.msu.ru;

кафедра сейсмометрии и геоакустики:

А.В. Старовойтов, доцент,

e-mail: starovoitov_msu@mail.ru;

А.Г. Росляков, научный сотрудник

Поступила в редакцию

13.05.2008