

хиандезитам, а в Кызыл-Тумсекском покрове — эссекситов, отличающихся от эссекситов г. Толпак высокими содержаниями  $TiO_2$  (табл. 1, 2; рис. 2).

Таким образом, в Майкаин-Кызылтасском офиолитовом поясе щелочные породы не являются более молодыми образованиями, а входят в состав ордовикских вулканоплутонических ассоциаций. Наиболее вероятной следует считать принадлежность Караулчекинского вулканогенно-терригенного комплекса, а возможно, и Южно-Толпакского (район г. Толпак) к островодужным комплексам, сформировавшимся на коре океанического типа, реликтами которой являются офиолиты Майкаин-Кызылтасского пояса. Среди современных аналогов последние обнаруживают наибольшее сходство с рядом окраин морских бассейнов [1].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Магматические горные породы: Основные породы. М., 1985.
2. Лутц В. Г. Геохимия океанического и континентального магматизма. М., 1980.
3. Степанец В. Г. Два типа офиолитовых ассоциаций северо-востока Центрального Казахстана // Петрология и металлогения Казахстана. Алма-Ата, 1988. Т. 2. С. 79—81.

Поступила в редакцию  
10.12.91

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 4, ГЕОЛОГИЯ. 1993. № 2

УДК 551.352:550.834.05 (262.65)

А. В. Старовойтов, А. В. Калинин, В. А. Стручков

#### ЛИТОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА МАТЕРИКОВОМ СКЛОНЕ И ПОДНОЖИИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Формирование осадочного чехла на материковых окраинах сопровождается широкомасштабными проявлениями литодинамических (гравитационных) процессов, приводящих к смещению масс осадков под действием силы тяжести [10]. Многочисленные публикации показывают, что эти процессы играли большую роль в распределении терригенного материала и в древних осадочных бассейнах, но это является предметом специальных исследований [3, 4, 9].

Истинные масштабы проявления литодинамических процессов на акваториях стали выясняться только после применения сейсмических методов, в первую очередь метода непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСП). В настоящее время достаточно подробно разработана методика выделения по данным НСП гравитационных структур и своеобразных гравитационных отложений (олистостромов), которые позволяют реконструировать основные типы литодинамических процессов [8, 11].

Проведенное нами изучение осадочного чехла материкового склона и подножия Черного моря показало, что при формировании структуры осадочных толщ основными типами литодинамических процессов являются следующие: а) незначительное смещение осадков, проявляющееся в виде гравитационных складок или изгибов слоев; б) оползание отдельных блоков на расстояния до нескольких десятков километров; в) перемещение терригенного материала разнообразными гра-

витационными потоками (мутьевыми, обломочными, грязевыми и т. д.) на расстояния в десятки и сотни километров. Углы наклона поверхности дна, при которых начинается смещение осадков, часто не превышают  $1^\circ$ . Минимальные размеры выделяемых складок, оползневых тел и отложений осадочных потоков определяются разрешающей способностью метода. Мы применяли методику, позволившую уверенно различать тела и слои с размерами не менее 15—20 м по вертикали и превышающими первые десятки метров по латерали. Наиболее детально изучены западная часть Черноморской впадины и материковая окраина к югу от Крымского п-ова. При интерпретации данных НСП использовались результаты изучения глубоководных скважин 379 и 380/380А [2], что позволило стратиграфически привязать указанные отложения в диапазоне от позднего миоцена до голоцена [7]. Нижние части разреза изучены менее детально, поэтому в настоящей работе основное внимание уделяется плейстоцен-голоценовой части разреза.

Детальный анализ структуры осадочного чехла показал, что гравитационные структуры и отложения не равномерно распределены по разрезу, а тяготеют к определенным стратиграфическим интервалам. Иными словами, интенсивность литодинамических процессов в течение плейстоцена—голоцена периодически менялась. В западной части Черного моря установлены три этапа активизации гравитационных процессов: 1) начало раннего плейстоцена (ранняя чауда); 2) вторая половина раннего — начало (?) среднего плейстоцена; 3) средний плейстоцен—голоцен (рис. 1). К югу от Крыма установлены тоже три этапа: 1) ранний плейстоцен (гюнц—миндель); 2) вторая половина раннего плейстоцена (миндель) — начало (?) среднего плейстоцена; 3) средний плейстоцен — голоцен (рис. 2). На границах этапов (т. е. приблизительно в середине раннего плейстоцена и на границе между ранним и средним плейстоценом) литодинамическая активность почти повсеместно резко менялась. Чаще всего это выражалось либо в образовании слоистых, недеформированных толщ, либо в значительном уменьшении гравитационных структур и отложений разнообразных потоков в осадках рассматриваемых интервалов разреза. В это же время местами мог происходить размыв отложений, т. е. формировалась поверхность несогласия. Очевидно, что на отдельных участках гравитационные процессы могли продолжаться в течение большей части плейстоцена или движение масс более молодых осадков могло деформировать нижележащие отложения. В реальных условиях разделить эти процессы не всегда удается.

В распределении гравитационных структур и отложений потоков по латерали наблюдается следующая закономерность. Оползневые тела и гравитационные складки встречаются, как правило, на материковом склоне и внешнем крае шельфа. Отложения осадочных потоков приурочены в основном к материковому подножию и нижним частям склона. Последнее связано с тем, что в этих зонах падает скорость гравитационных потоков и начинается отложение терригенного материала. Рассмотрим основные особенности литодинамики в указанных выше районах.

**Западная материковая окраина Черноморской впадины (рис. 1).** В раннем плейстоцене (рис. 1, а, б) наиболее интенсивные проявления гравитационных процессов происходили в северной части района и связаны, по-видимому, с выносом терригенного материала Дунаем. Резкое изменение направленности литодинамических процессов произошло приблизительно в середине раннего плейстоцена (в конце ранней чауды). Здесь в это время формируется поверхность несогласия. Если

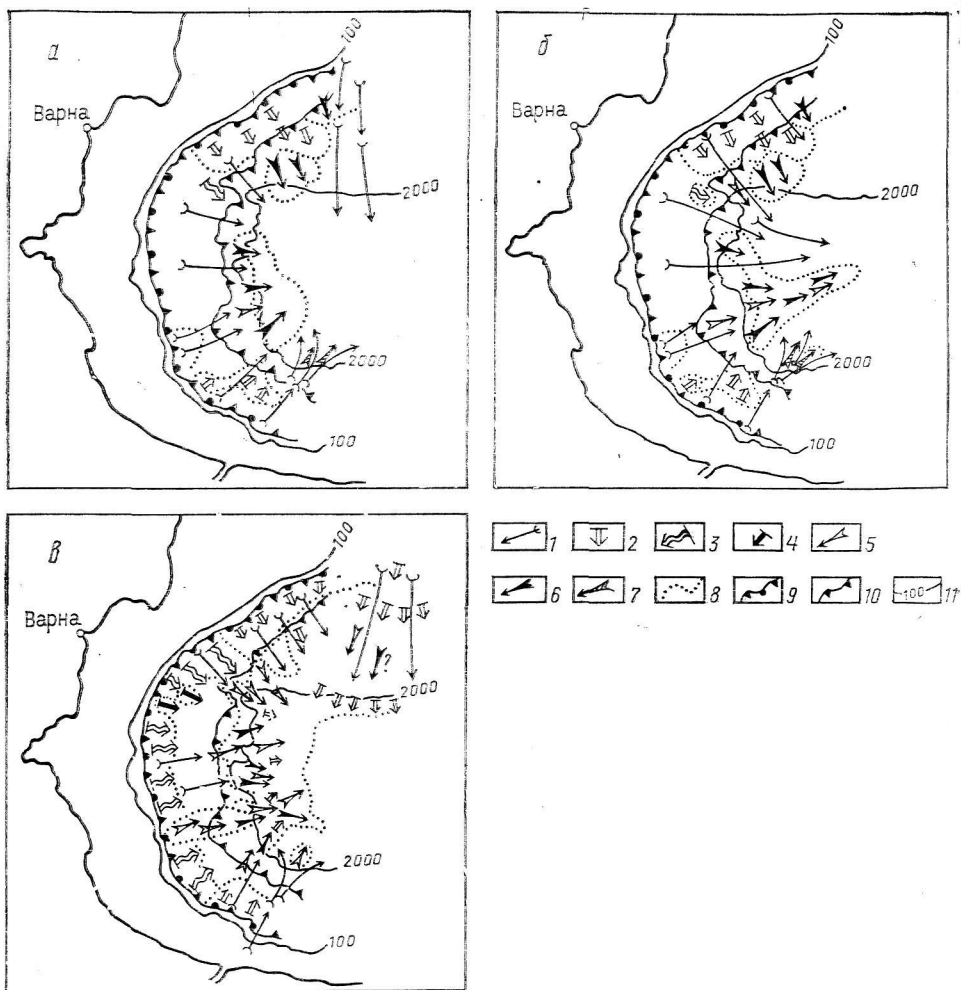


Рис. 1. Схема перемещения осадков в западной части Черного моря: а — начало раннего плейстоцена (ранняя чауда); б — вторая половина раннего — начало (?) среднего плейстоцена; в — средний плейстоцен — голоцен; 1 — направление сноса терригенного материала; 2 — изгибы слоев; 3 — гравитационные складки; 4 — крупные блоки (отдельные оползни); 5 — мутьевые потоки; 6 — грязевые потоки; 7 — потоки обломков; 8 — границы участков с различным типом гравитационных деформаций; 9 — бровка шельфа; 10 — граница материкового склона и материкового подножия; 11 — изобаты, м

в начале раннего плейстоцена поступление терригенного материала шло с севера (рис. 1, а), на что указывает уменьшение мощности отложений этого возраста с севера на юг, то в конце раннего плейстоцена материал стал поступать преимущественно с запада (рис. 1, б). Основным способом переноса осадков в это время были мутьевые и грязевые потоки, что подтверждается сопоставлением разрезов скважин 380 и 380А [2] и данных НСП [7]. Дальность переноса вещества составила несколько десятков километров, причем около 30 км из них — по ложу впадины. Незначительное смещение осадков происходило также и в юго-западной части района. В верхней зоне материкового

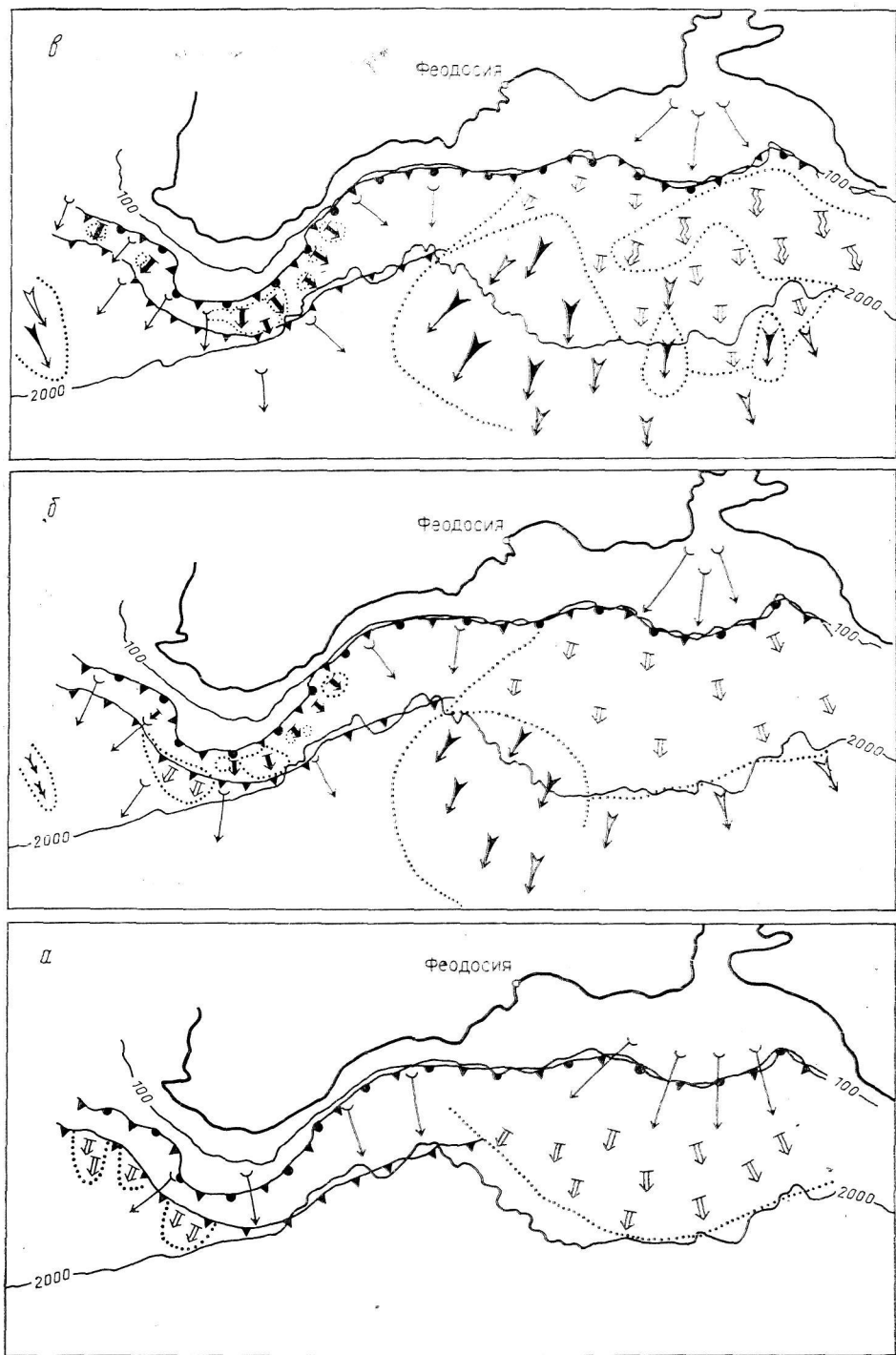


Рис. 2. Схема перемещения осадков на материковой окраине к югу от Крыма: *а* — ранний плейстоцен (гюнц — миндель); *б* — вторая половина раннего плейстоцена (миндель) — начало (?) среднего плейстоцена; *в* — средний плейстоцен — голоцен. Условные обозначения см. на рис. 1

склона в центральной части района оползневых деформаций не наблюдается. Следует отметить, что в раннем плейстоцене происходил интенсивный вынос осадков мутьевыми потоками через Босфорский каньон. На сейсмограммах сформировавшиеся при этом отложения имеют характерный рисунок типа «бегущей волны».

В среднем плейстоцене—голоцене литодинамические процессы отмечаются практически на всей рассматриваемой территории (рис. 1, в). С начала этого этапа в северной части района происходит формирование одного из конусов выноса Дуная, в пределах которого отмечается смещение осадков в виде деформаций слоев и, предположительно, грязевых потоков. Вдоль бровки шельфа и в верхней зоне материкового склона образуются пологие гравитационные складки. Они практически не видны на профилях, расположенных вкрест изобат, но отчетливо наблюдаются на профилях вдоль материкового склона. В центральной части региона гравитационные складки затрагивают, как правило, всю толщу плейстоцен-голоценовых отложений. Особенно интенсивно в это время действовали осадочные потоки (грязевые, обломочные (?)), сформировавшие значительную часть материкового подножия в западной части Черноморской впадины (рис. 1, в).

Сопоставление схем перемещения осадков в западной части акватории показывает, что с раннего плейстоцена до голоцена интенсивность проявления литодинамических процессов значительно увеличивается. Это подтверждается не только увеличением площади отложений, деформированных разнообразными гравитационными процессами, но и возрастанием роли осадочных потсков в формировании осадочно-го чехла.

**Материковая окраина к югу от Крымского п-ова (рис. 2).** По масштабам проявления литодинамических процессов здесь можно выделить два участка — западный и восточный. На западном гравитационные процессы обусловлены наличием круглого материкового склона и представлены, как правило, оползневыми телами. Восточный участок представляет собой подводный конус выноса Палеокубани и Палеодона.

В течение плейстоцена—голоцена к югу от Крыма отмечаются три этапа активизации литодинамических процессов. Во второй половине раннего плейстоцена (в минделе) интенсивность гравитационных процессов резко возросла (рис. 2, а, б). Мутьевыми и, по-видимому, грязевыми потоками здесь были сформированы мощные аккумулятивные тела. В западной части района терригенный материал стал поступать параллельно крымскому материковому склону с широкого северо-западного шельфа. Образовавшееся при этом аккумулятивное тело связано, вероятно, с выдвиганием дельт рек, впадающих с северо-запада, к внешнему краю шельфа во время низкого стояния уровня моря.

В восточной части района площадь конуса выноса значительно увеличилась в юго-западном направлении (рис. 2, б), главным образом за счет осадков с полностью нарушенной внутренней структурой (т. е. без признаков слоистости), которые были отложены, по-видимому, грязевыми потоками [7]. Дальность их переноса только по ложу впадины составляет десятки километров. В остальной части конуса выноса происходило незначительное смещение осадков в виде изгибов слоев или с образованием гравитационных складок. На крутых участках материкового склона формировались оползневые тела мощностью в десятки, реже в первые сотни метров, а в плане — до сотен квадратных километров. В среднем плейстоцене—голоцене активность грави-

тационных процессов еще более возросла, особенно в пределах конуса выноса (рис. 2, в), однако общий характер этих процессов по сравнению с предыдущим временным интервалом остался прежним. Сравнивая схемы перемещения осадков в течение плейстоцена—голоцена на материковой окраине к югу от Крыма, необходимо отметить, что, как и в западной части Черноморской впадины, здесь наблюдается периодичность рассматриваемых процессов на фоне общей их активизации.

Выделенные периоды практически синхронны в изученных районах Черного моря, причем максимальные проявления литодинамических процессов, приведшие к формированию олистостромовых комплексов у основания материкового склона, совпадают с ледниковыми периодами. В это время уровень моря был значительно ниже современного, и терригенный материал, минуя шельф, отлагался непосредственно на материковом склоне. Вследствие этого существенно увеличивались скорости осадконакопления, что создавало благоприятные условия для проявления гравитационных процессов [12].

Литодинамические процессы продолжались и в межледниковые эпохи, только в значительно меньших масштабах. Особо следует отметить, что они выражались главным образом в формировании гравитационных складок и оползневых тел, причем преимущественно в верхней зоне материкового склона.

В пределах выделенных интервалов (особенно в среднем плейстоцене—голоцене) время смещения масс осадков, как правило, различно в разных зонах материкового склона. В нижней части склона и на материковом подножии значительные перемещения терригенного материала грязевыми и другими потоками с образованием олистостромовых комплексов происходили в начале этапа. Затем седиментация продолжалась в более спокойных гидродинамических условиях, о чем свидетельствуют субгоризонтально залегающие осадки. Вверх по материковому склону основным видом гравитационных дислокаций являются складки, которые, как уже указывалось выше, затрагивают все отложения рассматриваемого интервала разреза. Иными словами, в течение каждого этапа наблюдается как бы «омоложение» гравитационных деформаций вверх по материковому склону. Отметим также, что в течение среднего плейстоцена—голоцена выделяются несколько этапов перемещения терригенного материала, однако разделить их на всей изучаемой территории в настоящее время не удается.

Полученные материалы по палеолитодинамике материковой окраины Черноморской впадины могут использоваться не только при изучении процессов осадконакопления в этих зонах, но и при реконструкции истории развития впадины в плейстоцене—голоцене. Так, резкое усиление литодинамических процессов, начиная с плейстоцена, их периодичность и синхронность в двух достаточно удаленных друг от друга районах Черноморской впадины объясняются не только гляциоэвстатическими изменениями уровня моря, но и увеличением угла наклона материкового склона. Последнее подтверждается значительными некомпенсированными опусканиями ложа Черноморской впадины и интенсивными поднятиями по ее периферии, начиная с раннего плейстоцена и особенно в среднем плейстоцене—голоцене [1, 5, 6].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Б а б а к В. И. Очерк неотектоники Крыма//Бюл. МОИП. Отд. геол. 1959. Т. 34, вып. 4.
2. Геологическая история Черного моря по результатам глубоководного бурения. М., 1980.

3. Леонов М. Г. Дикий флиш Альпийской области//Тр./ГИН АН СССР. 1975. Вып. 199.
4. Леонов М. Г. Олисторомы и их генезис//Геотектоника. 1978. № 5.
5. Лукина Н. В. Корреляция террас крупных долин юга европейской части СССР и ее значение для неотектоники//Тез. докл. XI конгресс ИНКВА. М., 1982. Т. 1.
6. Милановский Е. Е. Неотектоническая (позднеорогенная) стадия развития Альпийского геосинклинального пояса Юго-Западной Евразии и главные типы ее структур//Новейшие тектонические движения и структура альпийского геосинклинального пояса Юго-Западной Евразии. Баку, 1970. С. 56—67.
7. Старовойтов А. В., Калинин А. В., Калинин В. В., Пивоваров Б. Л., Стручков В. А. Структура позднекайнозойских отложений континентального склона и его подножия в Черном море и ее связь с тектоникой//Изучение геол. истории и процессов современного осадкообразования Черного и Балтийского морей. Киев, 1984. Ч. 1. С. 78—83.
8. Старовойтов А. В. Структура плиоцен-четвертичных отложений и гравитационные процессы на континентальном склоне и подножии в Черном море: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. М., 1985.
9. Щерба И. Г. Кайнозойские олисторомы Альпийской складчатой области//Геотектоника. 1983. № 5.
10. Marine Slides and other mass movements//NATO Conf. series. Ser. IV: Marine Sciences. New York and London, 1982.
11. Nardin T. R., Hein F. J., Gorsline D. S., Edwards B. D. A review of mass movement processes, sediment and acoustic characteristics, and contrasts in slope and base-of-slope systems versus canyon-fan-basin floor systems//Soc. Econ. Paleontol. and Miner. (SEPM) Spec. Publ. 1979. N 27, P. 61—73.
12. Prior D. B., Coleman J. M. Active slides and flows in underconsolidated marine sediments on the slopes of the Mississippi delta//Marine Slides and other mass movements. New York and London, 1982. P. 21—49.

Поступила в редакцию  
06.05.91