

THE MAIN PRINCIPLES OF THE GROINS USING AS A BANK STABILISATION BY THE GROINS

Z. PRUSHAK, R. OSTROVSKY, A.N. BABAKOV, B.V. CHUBARENKO

Summary

The review of field investigations and simulation results led to the conclusion that efficiency of groins use depends on two main factors: amount of free sediments on the bottom slope and angle of wave approach to the shore. The positive effect of groins use can be achieved when angle of approach is acute and sufficient amount of free material is available. Groins are not effective without additional supply of loose sediments if waves have nearly normal approach to shore and there is a deficit of free sediments. An increase of effectiveness of groins could be obtained by varying of their length, spatial step, and orientation. A reduction of downstream erosion is achieved by shortening the groins and adjustment of their complex to the shoreline contour, beach nourishment at the downstream areas, and using of permeable (30–50%) groins.

УДК 551.435.3(477.75)

© 2014 г. А.Ю. САНИН

ДРЕВНИЕ БЕРЕГОВЫЕ ЛИНИИ И СКОРОСТИ АБРАЗИИ БЕРЕГОВ ЮЖНОГО И ЗАПАДНОГО КРЫМА В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ

*Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва;
eather86@mail.ru*

В настоящее время для реконструкции хода фландрской трансгрессии и колебания уровня Черного моря за последние 18 тыс. лет используются как минимум два метода: геоморфологический [1, 2] и палеогеографический [3]. В меньшей мере они используются для реконструкции изменений уровня моря в более ранние эпохи. В рамках геоморфологического метода осуществляется поиск и исследование древних форм рельефа, главным образом, берегового, в частности, надводных и подводных морских террас, которые позволяют судить о палеогеографических обстановках. Сущность палеогеографического метода в нашем случае – определение возраста древних или современных форм рельефа либо отложений с помощью методов абсолютной геохронологии. Из них чаще всего используется радиоуглеродный, особенно для образцов с возрастом не более 20 тыс. лет. Как правило, эти два метода дополняют друг друга и применяются вместе.

Однако потенциально возможен еще один метод, который условно можно назвать морфологическим или морфосистемным [4]. Он подразумевает использование поперечных профилей современного подводного берегового склона и существующих кривых колебания уровня моря для реконструкции хода наступления моря на сушу. Такие кривые, составленные И.П. Балабановым и Я.А. Измайловым [5], А.А. Свиточем [6], П.В. Федоровым [7] и некоторыми другими, позволяют привязать ту или иную точку профиля к определенному времени. Подобная привязка дает возможность определить среднегодовой темп абразии за время, прошедшее с момента нахождения уровня моря в данной точке.

Цель статьи – применение указанного метода для реконструкции хода наступления моря на Южном берегу Крыма и в Западном Крыму и анализ полученных при этом результатов.

В ходе работы были поставлены следующие задачи:

– построение батиметрических карт для шельфа Южного и Западного Крыма на основе морских навигационных карт с указанными глубинами;



Рис. 1. Положение профилей берегового склона Западного (1–9) и Южного (10–20) Крыма

1 – оз. Ойбурское; мысы: 2 – около села Громово, 3 – Урет, 4 – Тарханкут, 5 – Константиновский, 6 – Лукулл; 7 – пос. Николаевка; 8 – оз. Сакское; мысы: 9 – Евпаторийский, 10 – Фиолент, 11 – Опасный, 12 – Рыбачий, 13 – Аю-Даг, 14 – Плака, 15 – Пещерный, 16 – Толстый, 17 – Кара-Даг, 18 – Планерный, 19 – Меганом, 20 – Башенный

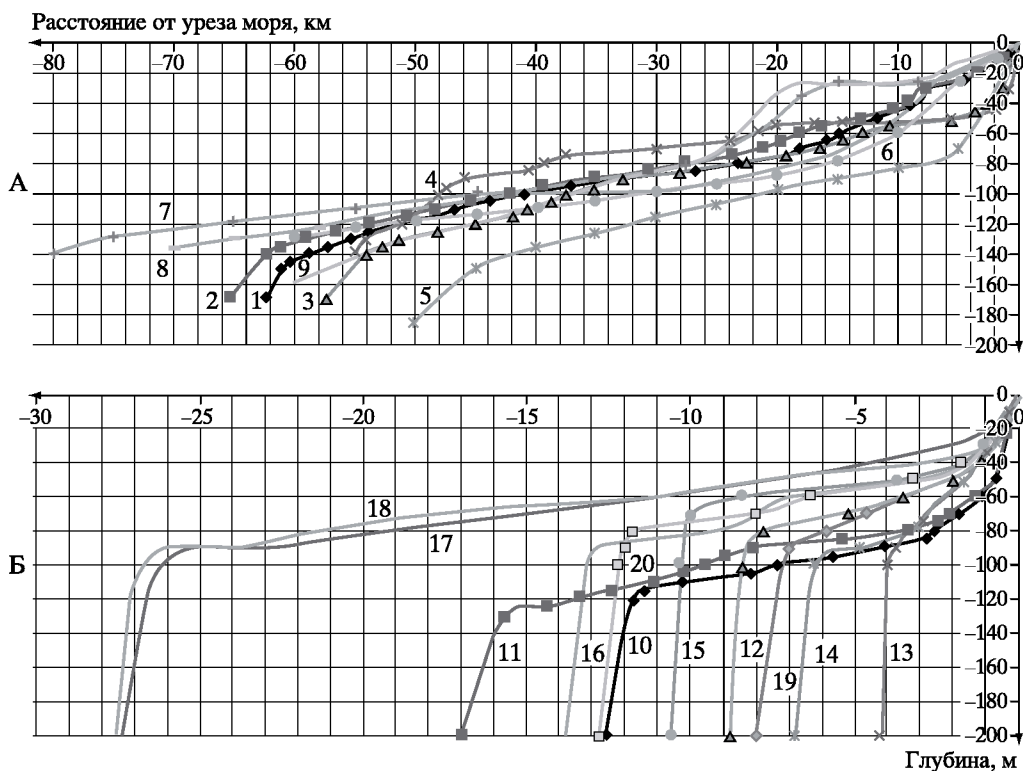


Рис. 2. Профили подводного берегового склона Западного (А) и Южного (Б) Крыма
Номера профилей совпадают с номерами на рис. 1

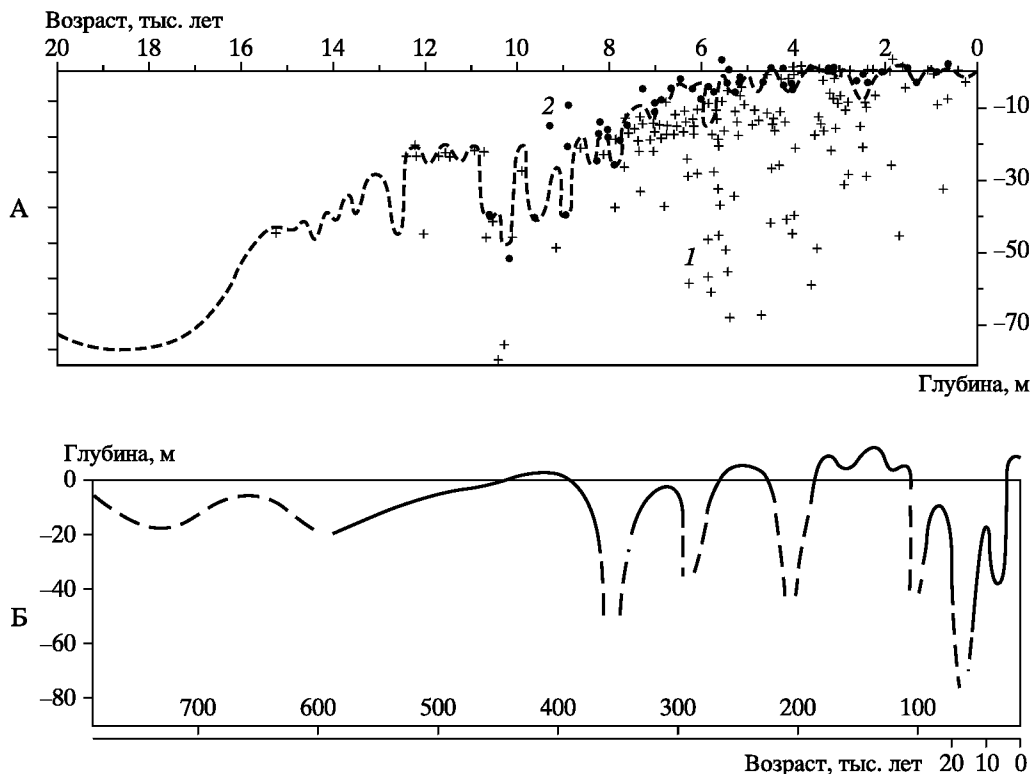


Рис. 3. Изменение уровня Черного моря: А – за последние 20 тыс. лет [по 5], Б – за последние 800 тыс. лет [по 6]
 Датировки: 1 – радиоуглеродные для отложений на разных глубинах, на основе которых в значительной мере построена данная кривая, 2 – полученные другими методами

– построение с определенной частотой продольных профилей подводного берегового склона, из которых в дальнейшем анализировались те, на которых лучше всего прослеживаются древние формы берегового рельефа;

– сопоставление отобранных профилей с кривыми изменения уровня моря за последние 18 тыс. лет.

– расчет среднегодовых скоростей абразии за указанный период для участков берега, от которых начинаются выполненные профили; сравнение полученных результатов с современными скоростями абразии;

– анализ связей между рассчитанными скоростями абразии и прочностными свойствами пород, слагающими берег на данных участках.

На основе морских навигационных карт с указанными в отдельных точках глубинами были проведены изобаты, а на их основе построены продольные профили для некоторых участков подводного берегового склона. Положение тех из них, которые получились наиболее наглядными и анализируются в работе, показано на рис. 1. Сами профили приведены на рис. 2.

На профилях прослеживается субгоризонтальная поверхность, которая начинается примерно с глубины 70–80 м (не путать с меньшей по площади поверхностью, которая прослеживается на некоторых профилях на глубинах 50–60 м); уклоны вновь возрастают на глубинах приблизительно 80–120 м на Западном берегу и 120–140 м – на Южном. Данная поверхность для глубин 80–90 м была описана В.П. Зенковичем [2]. Если проанализировать кривые изменения уровня моря, то видно, что она может наследовать его уровень, бывший примерно 18 тыс. л. н. (рис. 3Б).

Следовательно, если расстояние от подошвы данного склона до современного уреза в километрах разделить на 18, можно получить среднегодовую скорость абразии, м/год (таблица). Следует отметить, что полученные цифры весьма приблизительны, т.к. достаточно сложно зафиксировать точное положение бровки склона, опирающегося на террасу 80–100 м, используемую в качестве точки отчета.

Но изучаемый подводный береговой склон формировался не только за последние 18 тыс. лет, а, по меньшей мере, с начала плейстоцена, что было отмечено, в частности, Е.И. Игнатовым [4]. Следовательно, имеет смысл рассчитать скорость так называемого абразионного вреза и для плейстоцена в целом, по крайней мере, верхнего и среднего, для которых имеются достаточно достоверные сведения об уровне моря. Кривые изменения уровня составлены А.А. Свиточем [6] и П.В. Федоровым [7] (рис. 3Б, 4).

Для подсчета скорости абразионного вреза за последние 800 тыс. лет вначале необходимо определить суммарное время глубоких регрессий, к которым условно будет отнесено время с уровнем моря –30 м и ниже. Данная глубина является примерной границей современной береговой зоны, и выше ее происходит интенсивное современное рельефообразование. Согласно кривой А.А. Свиточа, это период продолжительностью примерно в 100 тыс. лет, а по кривой П.В. Федорова – около 300 тыс. лет. В течение этого времени главным образом и происходило формирование подводного берегового склона между глубинами 80 и 30 м. По приведенной выше методике можно рассчитать среднюю скорость абразионного вреза [4] для каждого из участков подводного берегового склона, на которые построены поперечные профили (табл.).

Наименьшие среднегодовые скорости абразии за последние 18 тыс. лет, равно как и абразионный врез за весь средний и верхний плейстоцен, характерны для Южного берега Крыма. Особенно они малы на участках берега, сложенных вулканическими породами (Аю-Даг, Фиолент), либо с активно действующими склоновыми процессами, поставляющими материал в море (г. Кошка, м. Плака). Исключением тут является мыс Кара-Даг, суммарная абразия для этого участка берега значительная, хоть и ее темпы в настоящее время невысокие [10]. По Н.В. Есину [9], коренные породы относятся ко второму классу устойчивости. Однако, как правило, даже для вышеуказанных берегов современные скорости абразии больше расчетных [8, 10, 11], что может указывать на антропогенный фактор в настоящем и быстрые темпы повышения уровня моря в прошлом.

В целом расчетные среднегодовые скорости за последние 18 тыс. лет несколько меньше современных, особенно для западной части Южного берега Крыма. В данном регионе замедление абразии может объясняться обильным поступлением материала со склонов.

Профили подводного берегового склона Западного берега Крыма размещены на рис. 2. Они намного длиннее в сравнении с югобережными. Континентальный шельф здесь в 2–5 и более раз шире, чем на Южном берегу. Его длина достигает нескольких десятков километров. Разница в ширине шельфа указывает на значительно большие скорости абразии за последние 18 тыс. лет, чем на Южном берегу.

На всех профилях, выполненных для Западного берега Крыма, с большей или меньшей четкостью прослеживается широкая субгоризонтальная поверхность (терраса) на различных глубинах, от 60–70 до 120 м. Как и для Южного берега, она впервые была описана В.П. Зенковичем [11]. В целом данная терраса выражена достаточно хорошо, но прослеживается не везде четко из-за разности горизонтального и вертикального масштаба карт. Особенно отчетливо она просматривается на материковом шельфе к югу от Тарханкутского п-ова.

Прочностные свойства слагающих берега Западного Крыма пород различаются незначительно, поэтому разница в скоростях абразии обусловлена не столько литологическим фактором, сколько положением того или иного участка берега

Скорость абразии на некоторых участках берегов Южного и Западного Крыма по различным данным

Участок берега	Среднегодовая рас- считанная скорость абразии за последние 18 тыс. лет, м/год	Скорость абразии, м/год		Современная скорость аб- разии, м/год	Слагающие берег породы	Класс пород / скорость абразии, м/год [по 9]	
		за послед- ние 800 тыс. лет [по 6]	за последние 600 тыс. лет [по 7]				
							[по 9]
Южный Крым							
М. Кара-Даг	1.25	0.11	0.04	0.8 (0.03 [по 10])	–	вулканические	2 / до 0.01
М. Толстый (к востоку от м. Меганом)	0.5	0.09	0.03	0.6	0.3	прочный конгломерат	3 / до 0.2
М. Плака	0.15	0.032	0.011	0.02	0	магматические	2 / до 0.01
М. Аю-Даг	0.2	0.02	0.0073	0.02	–	вулканические	«
Пос. Рыбачье	0.28	0.05	0.02	0.3	0.6	таврические известняки	3 / до 0.2
М. Башенный	0.44	0.08	0.027	0.6	–	„	«
М. Коммунаров	0.2	0.035	0.012	0.2	–	мраморовидные известняки, юрские конгломераты	«
Гора Кошка	0.17	0.025	0.013	0.45	–	„	«
М. Фиолент	0.17	0.03	0.01	0.2	0	вулканические	2 / до 0.01
М. Опасный (Алупка)	0.2	0.03	0.012	0.2	–	мраморовидные известняки, юрские конгломераты	3 / до 0.2
Пос. Береговое	0.3	0.035	0.01	0.7	–	„	«
М. Сарыч	0.14	0.025	0.0083	0.7	–	„	«
Западный Крым							
М. Тарханкут	2.27	0.24	0.08	–	0.4	малопрочный известняк	3 / до 0.2
М. Урег	1.28	0.21	0.07	–	0.05	глинистые, известняки	3–4 / до 0.2–8
С. Гроново	1.28	0.24	0.08	0	0.05	„	«
Оз. Ойбурское	1.5	0.2	0.065	0	0.7	известняки, мертели	3 / до 0.2
М. Евпаторийский	1.0	0.16	0.055	2.7	3.75	глины, пески	4 / до 5–8
Оз. Сакское	1.7	0.27	0.09	–	2.4	пески, гравий, конгломераты	«
Пос. Николаевка	1.5	0.27	0.09	6.0 (1.0 по [11])	0.6	галечники	«
М. Лукулл	0.44	0.15	0.05	–	1.2	глинистые, галечные	«
М. Константиновский	0.33	0.06	0.02	–	1.5	глинистые	«

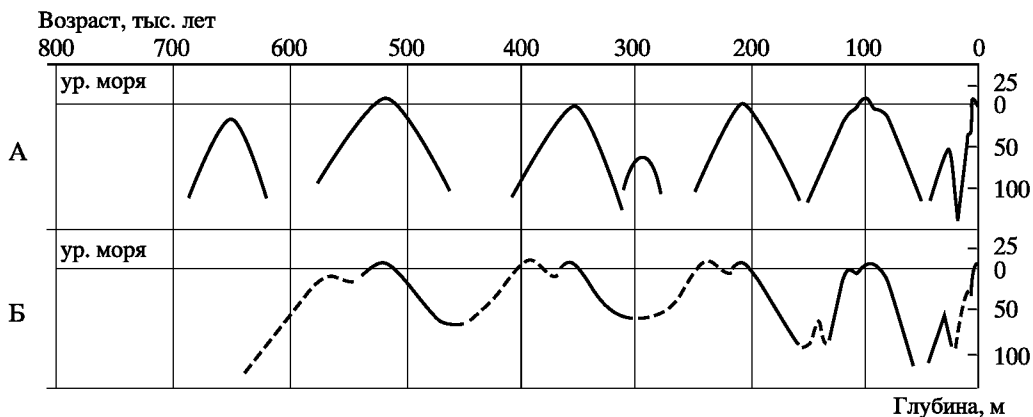


Рис. 4. Изменения уровня Мирового океана (А) и Черного моря (Б) за последние 600 тыс. лет [по 7]

в литодинамической ячейке, состоящей из зоны преобладающей абразии и зоны преобладающей аккумуляции. Такая ячейка на Западном берегу Крыма сформировалась между мысами Херсонес и Евпаторийский. Вторая ячейка, с меньшей степенью литодинамической автономности, соответствует южному берегу Тарханкутского п-ова.

Просматриваются как различия в скоростях абразии за последние 18 тыс. лет, так и в величине абразионного вреза за верхний и средний плейстоцен. На Западном берегу Крыма среднегодовой темп наступления моря на сушу и, следовательно, абразии берегов в несколько раз выше, чем на Южном, как в настоящем, так и в прошлом. Разрушение берегов морем на Южном берегу существенно замедляется оползневыми и обвальными процессами, которые также, по всей видимости, действовали и в течение рассматриваемого нами периода времени. Породы, слагающие Южный берег, в целом, устойчивее к абразии (1–3 классы устойчивости [10], тогда как для Западного берега часто встречаются породы 4 класса), что тоже играет существенную роль.

Важно отметить то, что наступление моря проходило неравномерно, с достаточно длительными остановками, о которых свидетельствуют субгоризонтальные поверхности на более высоких уровнях, например, в Каламитском заливе. Но были и моменты резкого ускорения: прорыв Босфора и Дарданелл, который повлек за собой резкое повышение уровня моря. И в последние 5–6 тыс. лет темпы наступления моря на сушу заметно снизились. Используемая же в статье методика не позволяет учесть все эти колебания, скорость абразии за 18 тыс. лет получается усредненной. Тем более усредненными получаются результаты по суммарному абразионному врезу за верхний и средний плейстоцен.

Выводы

На построенных профилях с разной степенью четкости прослеживаются субгоризонтальные поверхности на различных глубинах, образовавшиеся вследствие стояния моря на более низких уровнях в прошлом. Особенно хорошо практически на всех профилях прослеживается такая поверхность на глубинах 80–100 м; опираясь на литературные данные можно считать, что она соответствует уровню моря до начала фландрской трансгрессии.

Как современные, так и, в меньшей степени, среднегодовые за рассмотренный период скорости абразии на Южном берегу Крыма в значительной мере зависят от прочностных свойств слагающих берег пород. На Западном берегу этот фактор играет меньшую роль в силу небольших прочностных различий пород в пределах региона. На первое место здесь выходит положение конкретного участка берега в сформировав-

шихся здесь литодинамических ячейках. Значительное влияние, особенно на Южном берегу, оказывают склоновые процессы.

Большая часть поперечных профилей подводного берегового склона и Южного, и Западного берегов вогнутые, что говорит об определенной зрелости склона в этих районах. Профили для Южного берега, как правило, более приглубые в сравнении с западнобережными.

Рассчитанные среднегодовые скорости абразии за последние 18 тыс. лет могут быть как больше, так и меньше современных, в зависимости от конкретных условий на данном участке берега. К ним можно отнести литологический фактор, активность склоновых процессов, силу волнового воздействия и вдольберегового переноса наносов, наличие или отсутствие аккумулятивных тел и некоторые другие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Леонтьев О.К.* Основы геоморфологии морских берегов. М.: Изд-во МГУ, 1961. 418 с.
2. *Зенкович В.П.* Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 711 с.
3. Методы палеогеографических реконструкций / П.А. Каплин, Т.А. Янина. М.: Изд-во МГУ, 2010. 430 с.
4. *Игнатов Е.И.* Береговые морфосистемы. М.-Смоленск: Маджента, 2004. 352 с.
5. *Балабанов И.П., Измайлов Я.А.* Изменение уровня и гидрохимического режимов Черного и Азовского морей за последние 20 тысяч лет // Водные ресурсы. 1988. № 6. С. 54–62.
6. *Свиточ А.А.* Общая палеогеография. История внутриконтинентальных морей юга России и сопредельных территорий // Избр. труды. М.: Изд-во МГУ, 2012. 608 с.
7. *Федоров П.В.* Плейстоцен Понто-Каспия // Тр. АН СССР. М.: Наука, 1978. Вып. 310. 167 с.
8. *Шуйский Ю.Д.* Процессы и скорости абразии украинских берегов Черного и Азовского морей // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1974. № 6. С. 34–41.
9. *Есин Н.В., Савин М.Т., Жилиев А.П.* Абразионный процесс на морском берегу. Л.: Гидрометеопиздат, 1980. 200 с.
10. *Клюкин А.А.* Экзогеодинамика Крыма. Симферополь: Симферопольск. кн. изд-во, 2007. 320 с.
11. *Зенкович В.П.* Морфология и динамика советских берегов Черного моря. М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 2. 234 с.

Поступила в редакцию 19.11.2013

ANCIENT COAST LINES AND RATES OF ABRASION DURING THE PLEISTOCENE IN THE SOUTHERN AND WESTERN CRIMEA

A.Ju. SANIN

Summary

A series of longitudinal profiles of coastal slope of Southern and Western Crimea have been compiled and analyzed. It revealed the ancient coastlines. Their age have been determined by the regional curves of sea level change. Ancient coastlines helped us to calculate rates of abrasion during last 18 thousand years as well as during all upper and middle Pleistocene. They have been compared with the present real and potential rates of abrasion. In most cases current rates are smaller, however there are some exceptions. The comparison of underwater coastal slope profiles and the rates of abrasion in the Western and Southern Crimea has been made. The rates at the Southern Coast are several times smaller than at the Western Coast.