

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ

Карадагский природный заповедник

ПРОВ 2020

КАРАДАГ

90 ЛЕТ КАРАДАГСКОЙ НАУЧНОЙ
СТАНЦИИ

ИМЕНИ Т. И. ВЯЗЕМСКОГО

И

25 ЛЕТ КАРАДАГСКОМУ ПРИРОДНОМУ
ЗАПОВЕДНИКУ

Материалы юбилейной сессии,
научно-технического совета,
2004 год

Институт биологии
южных регионов АН УССР

БИБЛИОТЕКА

№ 39634

Симферополь

СОНАТ

2006



А.А. Клюкин

**кандидат географических наук,
доцент Таврического Национального университета
им. В.И. Вернадского**

БАЛАНС НАНОСОВ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ МОРЯ У КАРАДАГА В XX ВЕКЕ

А. А. Клюкин

Береговая зона — полоса взаимодействия суши и моря, субаэральной и субаквальной ветвей нисходящего литодинамического потока. Здесь волновые и неволновые движения воды сопровождаются размывом и абразией клифа и бенча, транспортировкой и аккумуляцией прибрежно-морских наносов. Наносы перемещаются во взвешенном и влекомом состояниях в поперечном и продольном направлениях, дифференцируются по крупности. Глинистые и пылеватые частицы диаметром менее 0,1 мм, являющиеся наносами неволнового поля, выносятся во взвешенном состоянии за пределы береговой зоны и откладываются в средней и нижней части шельфа.

Объект исследования

Объектом исследования являлась береговая зона Черного моря у Карадага. Ее ограничивают снизу, чаще всего, изобатой 25—30 м, а сверху — линией максимального заплеска прибойного потока (Зенкович, 1962; Шуйский, 1986; Сафьянов, 1996). Она формируется после завершения новочерноморской трансгрессии в последние 6 тысяч лет.

По строению, морфологии и динамике береговая зона моря у Карадага разделена на 3 участка: Чалкинский (мыс Толстый — овраг Черный), Карадагский (овраг Черный — мыс Мальчин) и Коктебельский (мыс Мальчин — мыс Киик-Атлама). Их протяженность составляет соответственно 14, 5 и 15 км, а площадь — 23,6 и 23 кв. км. Средний уклон береговой зоны — 0,02, а коэффициент извилистости берега — 1,4.

Выделенные береговые участки относятся к трем разным морфоструктурам. Чалкинский участок сложен податливыми к абразии породами (4—5 классы по О. К. Леонтьеву), Карадагский — устойчивыми (1—2 классы), а Коктебельский — среднеустойчивыми и податливыми к абразии породами (3—5 классы). Берег Чалкинского участка абразионно-аккумулятивный мелкобухтовый, Карадагского — абразионно-денудационный, незначительно изрезанный и измененный морем, Коктебельского — абразионно-аккумулятивный бухтовый. Они находятся на разных стадиях выравнивания и типичны для южной части Крыма. Берега открыты к волнению от северо-восточного до южного румбов. Господствующее северо-

восточное и восточное волнение благоприятствует перемещению наносов в юго-западном направлении на 11 км от Карадага к селу Прибрежному вдоль Чалкинского участка береговой зоны.

На 75% протяженности берега есть пляжи неполного профиля, состоящие в основном из галечника. Их средняя ширина возрастает от 8 м на Карадагском до 11 м — на Чалкинском и Коктебельском участках. Они не могут защитить берег от размыва и абразии. Естественные пляжи занимают 84% протяженности и 72% площади пляжевой полосы. Они сократились в третьей четверти XX века в связи с зарегулированием стока водотоков и промышленной разработкой песчано-гравийных смесей в береговой зоне для строительных целей. После этого у поселков Курортное и Коктебель, где находились курортно-рекреационные объекты, были отсыпаны искусственные пляжи из щебня. Их ширина колеблется от 10 до 30 м и составляет в среднем 17 м.

Изучение динамики береговой зоны моря у Карадага началось в 1937 году (Зенкович, 1938). Тогда были проведены топо- и фотосъемки берега на чалкинском и карадагском береговых участках. Повторные наблюдения в 1949 и 1959 гг. позволили получить первые представления о динамике береговой зоны (Зенкович, 1962). Позже наблюдения за береговыми процессами вели геологи Ялтинской партии, географы Одесского университета и автор этих строк (Клюкин, Михаленок, 1989; Клюкин, Костенко, 1996). Настоящая работа является логическим продолжением исследований баланса наносов в низкогорье Крыма у Карадага (Клюкин, 2004).

Баланс наносов

Береговая зона моря — открытая литодинамическая система. Ее современное состояние и тенденцию развития отражает баланс наносов. Баланс рассчитывают в пределах более или менее однородных отрезков береговой зоны, «независимых по литодинамическому режиму от смежных участков» (Сафьянов, 1987, с. 21), названных Дж. Пирсом «вдольбереговыми ячейками». Такой ячейкой — литодинамической подсистемой — является отрезок береговой зоны, ограниченный мысами-непропусками Толстый и Киик-Атлама. Он не обменивается наносами с соседними подсистемами береговой зоны моря.

Структура баланса наносов состоит из приходных и расходных элементов. В многолетнем режиме приход наносов обычно равен расходу, а в течение короткого промежутка времени балансовая

разность может быть положительной или отрицательной (Шуйский, 1986).

Структура баланса наносов рассматриваемой литодинамической подсистемы сравнительно проста и типична для береговой зоны у южной части Крыма (см. таблицу). Наносы поступают в нее в результате абразии клифа и бенча, сноса с прибрежных склонов, выноса водотоков, биогенной седиментации и искусственного пополнения. Расходная составляющая баланса включает потери наносов на прибрежную аккумуляцию, абразивный износ и вынос волновыми течениями из береговой зоны.

Приходные элементы баланса наносов

В результате абразии клифов в береговую зону ежегодно поступает 6239 куб. м отложений (см. таблицу). Средний модуль продуктивности клифов равен 211,5 куб. м/год·п. км. В породах 1—3-го классов его значение составляет 3,5, в породах 4-го класса — 30,0, 5-го класса — 526,9 куб. м/год·п. км. Основную долю продуктов абразии дают абразионно-оползневые берега, на которые приходится 16,6 % протяженности естественных берегов.

В результате абразии бенча береговая зона получает в среднем 920 куб. м наносов в год. Продуктивность бенчей составляет 62,6 куб. м/год·п. км. С бенчей, сложенных породами 1—3-го классов, поступает 6,0, породами 4-го класса — 30,0, породами 5-го класса — 184 куб. м/год·п. км наносов.

Клифы и бенчи Чалкинского участка поставляют в береговую зону моря 42,5%, Карадагского — 3,4%, Коктебельского — 54,1% продуктов абразии. Они содержат 26,9% наносов волнового поля. Около 80—90% продуктов абразии поступает в холодный период года, когда море беспокойное. Объем наносов возрастает по сравнению со средним значением в несколько раз в штормовые годы, повторяющиеся один раз в 5—6 лет.

Со склонов абразионно-гравитационных, абразионно-оползневых и абразионно-денудационных берегов на пляж или прямо в море сносятся продукты осыпания, обрушения, оплывания и делювиального смыва. Все они, за исключением крупных обвалившихся глыб скальных пород, быстро размываются. Глыбовые шлейфы и валунные пляжи характерны под береговыми уступами Карадагского участка.

С прибрежных склонов в береговую зону моря поступает ежегодно 3435 куб. м наносов (см. таблицу). Модуль сноса составляет

116,4 куб м/год·п. км. Меньше всего сносится с береговых обрывов Карадага (6,8%), сложенных породами 1—2-го классов. Со склонов Чалкинского и Коктебельского береговых участков поступает соответственно 51,0 и 42,2% продуктов склоновой денудации. Они содержат около 27% наносов волнового поля. В продуктах обрушения и осыпания, состоящих из пород 4—5-го классов, много крупных обломков четвертичных суглинков, юрских глин и глинистых алевролитов, но они быстро размокают, размываются и разделяются на частицы, относящиеся, в основном, к наносам неволнового поля. Объем сноса с береговых склонов увеличивается в 2—3 раза во влажные и штормовые годы, которые нередко совпадают.

Реки и временные водотоки выносят в море взвешенные и влекомые наносы, количество которых изменялось в пространстве и во времени. В приходной части баланса наносов водотокам отводится обычно главная (Зенкович, 1962; Сафьянов, 1978, 1996), реже — более скромная роль (Шуйский, 1986). Жидкий и твердый сток значительно уменьшился во второй половине XX столетия после сооружения прудов, распашки, террасирования и облесения склонов. До зарегулирования стока в береговую зону ежегодно поступало 9778 куб. м, а после зарегулирования — 4814 куб. м отложений (см. таблицу). Раньше более половины всего твердого стока выносилось из долин высоких порядков, а сейчас выносится из долин низких порядков. До зарегулирования стока объем выносов из эрозионных форм был соизмерим с объемом продуктов абразии и сноса с береговых склонов, а после зарегулирования стал вдвое меньше. Дефицит наносов волнового поля, возникший в результате зарегулирования стока, частично компенсировался за счет активизации абразии. Эта тенденция сохранится в ближайшем будущем.

В результате зарегулирования поверхностного стока и распашки земель в береговую зону моря стало поступать меньше наносов волнового поля (47,6%) и особенно крупнообломочных отложений (10—20 %). Последние и раньше были в дефиците, о чем свидетельствовало отсутствие дельт и пляжей полного профиля. До зарегулирования стока в акваторию от устьев рек выступали небольшие конусы, подводное продолжение которых прослеживалось на 50—100 м от берега до глубины 5 м. Сейчас они размывы и появляются временно только после прохождения значительных паводков.

Таблица

Баланс наносов в береговой зоне моря (куб.м/год)

Береговые участки		Приходная часть						Расходная часть				
		Абразия клифа	Абразия бенча	Снос со склонов	Твердый сток водотоков	Биогенная седимен- тация	Искусствен- ная отсыпка пляжа	Всего:	Затраты на прибрежную аккумуляцию	Потери на истирание	Вывос волновыми течениями	Всего:
Чалкинский		2582	461	1751	3454	300	1500	10048	6241	329	3478	10048
Карадагский		207	38	233	420	600	-	1498	589	31	878	1498
Коктебельский		3450	421	1451	940	350	4500	11112	4946	260	5906	11112
Всего:	куб.м	6239	920	3435	4814	1250	6000	22658	11776	620	10262	22658
	%	27.6	4	15.2	21.2	5.5	26.5	100	52	2.7	45.3	100
Наносов волнового поля	куб.м	1685	241	927	2293	1250	6000	12396	11776	310	-	12086
	%	13.6	1.9	7.5	18.5	10.1	48.4	100	97.4	2.6	-	100
Наносов неволнового поля	куб.м	4554	679	2508	2521	-	-	10262	-	310	10262	10572
	%	44.4	6.6	24.4	24.6	-	-	100	-	2.9	97.1	100

Выносы реки Отузки участвуют в питании маломощного ненасыщенного вдольберегового потока наносов, распространяющегося от Карадага к Прибрежному. Раньше, когда в береговую зону поступало больше аллювия, между устьем Отузки и мысом Крабий располагались пляжи шириной 20—40 м. Сейчас здесь находятся узкие (5—15 м) естественные пляжи. Их дополняют искусственные пляжи. Так как объем отложений, перемещаемых со стороны Карадага, в XX-м веке практически не изменился, то дефицит пляжеобразующих наносов был связан с уменьшением твердого стока реки.

Около 71,8% объема твердого стока поступает в береговую зону с Чалкинского, 8,7% — с Карадагского и 19,5% — с Коктебельского участка. Содержание в нем наносов волнового поля составляет соответственно 50,90 и 20%.

В биогенной седиментации участвуют скелетные остатки морских организмов, в основном, раковины моллюсков и раковинный детрит. Видовой состав и биомасса моллюсков изменяются вслед за изменением экологических условий — субстрата, глубины моря, гидрологического режима и т.д. От уреза к основанию береговой зоны сменяются биотопы скал и камней, песка и ракушечника. Ниже шельф покрывает мидиевый ил.

Макрозообентос распределяется неравномерно в пространстве и во времени. Повторные исследования показали, что между мысами Меганом и Киик-Атлама его состав и биомасса существенно не изменились (Миловидова, Кирюхина, 1985). В биотопе камней и скал средняя продуктивность макрозообентоса составляет 136 г/кв. м, на песке колеблется от 92 до 685 г/кв. м, на алевритистом песке снижается до 25 г/кв. м, а в биотопе мидиевого ила вновь возрастает до 151 г/кв. м. На подводных скалах Карадага выявлена наиболее высокая для Черного моря средняя биомасса мидий — 2180 г/кв. м (Валовая, 2001). На песчаном субстрате биомасса макрозообентоса была значительно меньше — 113,7 г/кв. м.

По средним значениям биомассы и площади биотопов рассчитана общая масса макрозообентоса. Доля минеральной составляющей в ней принята ориентировочно в 40%. В береговую зону поступает ежегодно в среднем 1880 т, или 1250 куб. м ракуши (см. таблицу). Ее средняя продуктивность составляет 36,4 куб. м/год.п. км. Это наносы волнового поля.

Под воздействием волн ракуша перераспределяется, дробится, истирается, превращается в детрит и частично растворяется. Штормовые волны выбрасывают небольшую часть детрита и ракушки на песчано-гравийно-галечные пляжи Чалкинского и Коктебельского участков. Около половины всех биогенных наносов производит небольшой по площади (11,5%) карадагский участок береговой зоны, в котором находятся высокопродуктивные биотопы камней и скал, но ракуша и детрит в строении карадагских пляжей не участвуют из-за большого уклона берега. Часть биогенных наносов перемещается отсюда волнами и течениями на Чалкинский участок.

Искусственное изъятие наносов из береговой зоны и частичное зарегулирование твердого стока водотоков привело к сокращению естественных и необходимости создания искусственных пляжей у поселков Курортное и Коктебель. К 1991 году здесь на четырехкилометровом отрезке берега было отсыпано около 100 тысяч кубометров щебня известняка и гранита. Если распределить этот объем на многолетний период эксплуатации с учетом истирания наносов, то ежегодная доля отсыпки составит около 6 тыс. куб. м, или 1,5 тыс. куб. м/год·п. км (см. таблицу). Материал искусственных отсыпок относится к наносам волнового поля. В отложениях искусственных пляжей содержится всего 5% обломков местных пород, что свидетельствует о дефиците естественного крупнообломочного материала в береговой зоне моря.

Таким образом, все перечисленные выше источники ежегодно поставляют в береговую зону 22658 куб. м наносов. В приходной части баланса доля абразии составляет 31,6%, сноса с береговых склонов — 15,2%, твердого стока водотоков — 21,2%, биогенной седиментации — 5,5%, искусственной отсыпки — 26,5% (см. таблицу). Около 55% объема относится к наносам волнового поля.

Расходные элементы баланса наносов

Наносы, поступившие в береговую зону моря, перемещаются в поперечном и продольном направлениях. Они питают пляжи, аккумулируются на подводном склоне, истираются и частично выносятся за ее пределы. Большая часть наносов волнового поля расходуется на прибрежную аккумуляцию — 11776 куб. м/год (см. таблицу). За последние 20 лет на берегах не происходит устойчивого сокращения или прироста ширины пляжей, что свидетельствует о состоянии, близком к динамическому равновесию. Крупнообломочный материал и песок, поступающие на берег, компенсируют

потери наносов на истирание. Пляжи смещаются к суше вслед за отступанием береговых уступов без заметных изменений объема отложений. Когда в режиме волнения возрастает доля сравнительно редких штормов южных румбов, происходит миграция наносов в нетрадиционном направлении — из юго-западных и западных в северо-восточные и восточные части бухт. В местах угона песка, гравия и мелкой гальки широкие пляжи замещаются узкими галечно-валунными, состоящими из грубых отложений базального горизонта и обломков, принесенных с соседних мысов. В таких местах активизируется абразия клифа и бенча. Через 1—2 года при характерном режиме волнения наносы мигрируют в обратном направлении, ширина и состав пляжей восстанавливаются. В Лисьей и Тихой бухтах значительные миграции наносов в нетрадиционном направлении за 15 лет происходили трижды.

Обломки горных пород подвергаются абразивному износу и теряют часть своей массы. Они дробятся, обкалываются, истираются, растворяются, уменьшаются в размерах и приобретают окатанную форму. Скорость абразивного износа зависит от прочности пород, размера, окатанности и подвижности обломков (Шуйский, 1986). Быстрее теряют массу дресва и щебень непрочных пород, дольше перемещавшиеся в прибойном потоке, а хорошо окатанные гравий и галька прочных пород, а также легкие песчаные частицы истираются медленно. Раковины моллюсков дробятся и истираются очень быстро.

А. М. Жданов (1958) экспериментально доказал, что гальки базальта, песчаника и известняка, находившиеся в межбунных карманах берега у Сочи, теряли ежегодно соответственно 1,6, 4,8 и 8,0% своей массы. Абразивный износ крупнообломочных наносов оценивается обычно в 5—20% в год (Шуйский, 1986; Сафьянов, 1987). Потери наносов абсолютные только в узкой полосе пляжа, так как часть продуктов истирания в виде песка остается в береговой зоне. Скорость истирания уменьшается по мере преобразования угловатых обломков в окатанные. Щебень известняка и гранита на искусственных пляжах у Коктебеля и Курортного за 12 лет превратился в гальку. Ее окатанность составила в среднем соответственно 3,1 и 2,1, 3,4 и 2,4 балла по четырехбалльной шкале. Ежегодные потери щебня на искусственных пляжах составляют обычно 2000 куб. м/п. км, а гальки — 1000 куб. м/п. км.

Объем крупнообломочных наносов, ежегодно поступающих в береговую зону, сокращается в результате абразивного износа ориентировочно на 10%, т.е. на 620 куб. м (см. таблицу). В продуктах истирания обломков естественных и искусственных пляжей содержится около 50% наносов волнового поля. В связи с этим береговая зона теряет безвозвратно только половину продуктов абразивного износа — 310 куб. м в год, или 2.9% расходной части баланса.

Наносы неволнового поля удаляются волновыми течениями во взвешенном состоянии за пределы береговой зоны. Их количество рассчитывается по балансовой разности. Принимается априори, что все частицы диаметром менее 0,1 мм выносятся из береговой зоны в более глубокую часть моря (Шуйский, 1986; Сафьянов, 1987).

Во время штормов концентрация взвесей в воде максимальна у мысов, сложенных породами 4—5-го классов, а во время паводков — у долин рек и временных водотоков. Факелы из взвесей распространяются обычно до 0,5 км от берега. Взвеси удаляются из береговой зоны, в основном, в холодный штормовой период года, когда длиннопериодные волны взмучивают осадки в пределах всей ее площади. Во время экстремального восьмибалльного шторма 15.XI.1992 г. деформации охватили слой донных осадков мощностью до трех метров (Клюкин, Костенко, 1996).

Из береговой зоны ежегодно удаляется в среднем 10262 куб. м наносов неволнового поля (см. таблицу). С Карадагского участка выносятся 8,6%, с Чалкинского — 33,9%, а с Коктебельского, в строении которого характерны активные оползни, состоящие из крупнообломочно-суглинистых отложений, — 57,6%.

В расходной части баланса основные затраты связаны с прибрежной аккумуляцией наносов волнового поля (52,0%) и выносом пылевато-глинистых частиц волновыми течениями из береговой зоны (45,3%). В расходной части баланса периодически появляются потери, связанные с изъятием песка, гравия и гальки для строительных целей. На Чалкинском и Коктебельском участках эта статья являлась главной в третьей четверти XX века.

Объему наносов, остающихся ежегодно в береговой зоне моря, соответствует слой минерального вещества средней мощностью около 0,2 мм. Эта скорость близка к скорости осадконакопления на украинском шельфе Черного моря в голоцене, изменяющейся в зависимости от местоположения, глубины, тектонических движений

и других факторов от 2—10 см до 50—60 см за 1000 лет (Шнюков и др., 1984).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В динамике береговой зоны моря у Карадага в течение XX столетия прослеживаются 3 этапа. Во время первого этапа (первая половина XX века) постепенно нарастает антропогенное воздействие на ландшафты суши и береговой зоны моря. В приходной части баланса наносов доминирует твердый сток водотоков, а в расходной — прибрежная аккумуляция наносов. Некоторое увеличение твердого стока, связанное с антропогенным воздействием на ландшафты и развитием ускоренной эрозии, компенсируется периодическим изъятием из пляжей небольших объемов наносов для строительных нужд. Во время второго этапа (третья четверть XX века) нарушается сложившееся динамическое равновесие, и баланс наносов становится отрицательным в связи с регулированием части твердого стока водотоков и промышленной разработкой песка, гравия и гальки в береговой зоне моря. Образовавшийся дефицит наносов волнового поля привел к сокращению пляжей и активизации абразии. У поселков Коктебель, Орджоникидзе и Курортное практически исчезли пляжи — важнейший курортно-рекреационный ресурс. Во время третьего этапа (последняя четверть XX века) в приходной части баланса наносов появляется новая статья — искусственная отсыпка пляжа, и в береговой зоне на новом уровне восстанавливается динамическое равновесие. Отсыпка щебня частично компенсировала возникший дефицит наносов волнового поля. К настоящему времени техногенные берега занимают 18% от общей длины берега. На 20% площади береговой зоны природные процессы трансформируются в природно-антропогенные. Искусственное увеличение в составе наносов содержания щебня известняка сопровождается ростом мутности прибрежных вод и карбонатности донных осадков.

В XXI веке баланс наносов будет изменяться в связи с потеплением климата, повышением уровня моря, увеличением частоты проявления экстремальных гидрометеорологических явлений, сокращением твердого стока водотоков, ухудшением экологических условий, влиянием других глобальных, региональных и локальных факторов (Айбулатов, Артюхин, 1993; Каплин, Селиванов, 1999). Меньше всего предстоящие изменения скажутся на состоя-

нии береговой зоны Карадагского участка. Ожидается активизация абразии и обвально-оползневых процессов, уменьшение твердого стока и биогенной седиментации. Чтобы сохранить сложившееся динамическое равновесие, нужно не допустить сокращения объема двух последних, наиболее уязвимых статей приходной части баланса наносов. Для этого необходимо, как минимум, сохранить средообразующие природные комплексы, расположенные между освоенными территориями с техногенными берегами. Они должны иметь статус, который бы не препятствовал летнему отдыху людей, но охранял бы природные ландшафты от застройки, распашки и другого негативного антропогенного воздействия. От экологического состояния береговой зоны моря, обеспеченности пляжными ресурсами и ландшафтной привлекательности территории будет зависеть комфортность отдыха людей в таких перспективных курортно-рекреационных центрах, как Коктебель, Курортное, Орджоникидзе и Прибрежное. В условиях частной собственности на землю государство должно регулировать вопросы, связанные с укреплением берегов и охраной береговой зоны в курортно-рекреационных регионах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айбулатов Н.А., Артюхин Ю.В. Геоэкология шельфа и берегов Мирового океана. — СПб.: Гидрометеиздат, 1993. — 304 с.
2. Валовая Н.А. Обзор работ по исследованию бентоса района Карадага за 25 лет (1973—1998) // Карадаг. История, биология, археология. — Симферополь: СОНАТ, 2001. — С. 154—157.
3. Жданов А.М. Истирание галечных наносов под действием волнения // Бюлл. Океаногр. комиссии АН СССР. — 1958. — №1. — С. 81—90.
4. Зенкович В.П. Геоморфологические наблюдения на побережье Восточного Крыма (на участке Карадаг—Меганом) // Учен. зап. Моск. ун-та. — 1938. — Т. 19. — С. 25—50.
5. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 710 с.
6. Каплин П.А., Селиванов А.О. Изменения уровня морей России и развитие берегов: прошлое, настоящее, будущее. — М.: ГЕОС, 1999. — 298 с.
7. Клюкин А.А. Баланс наносов в низкогорье Крыма у Карадага // Карадаг. История. Геология. Ботаника. Зоология. Сб. научных трудов, посвященных 90-летию Карадагской научной станции

и 25-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины. Книга 1. — Симферополь: СОНАТ, 2004. — С. 94 — 107.

8. Клюкин А.А., Костенко Н.С. Воздействие экстремальных штормов на рельеф и прибрежные сообщества эпибентоса Крыма // Гидробиологические исследования в заповедниках. Проблемы заповедного дела. — М.: 1996. — Вып. 8. — С. 140—150.

9. Клюкин А.А., Михаленок Д.К. Современные эндогенные и экзогенные процессы // Природа Карадага. — Киев: Наукова думка, 1989. — С. 95—110.

10. Миловидова Н.Ю., Кирюхина Л.Н. Черноморский макрозообентос в санитарно-биологическом аспекте. — Киев: Наукова думка, 1985. — 104 с.

11. Сафьянов Г.А. Инженерно-геоморфологические исследования на берегах морей. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. — 150 с.

12. Сафьянов Г.А. Геоморфология морских берегов. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. — 400 с.

13. Шнюков Е.Ф., Огородников В.И., Ковалюх Н.Н., Маслаков Н.А. Современные осадки и скорости осадконакопления в голоцене на черноморском шельфе СССР // Изучение геологической истории и процессов современного осадконакопления Черного и Балтийского морей. — Киев: Наукова думка, 1984. — Ч. 1. — С. 122—130.

14. Шуйский Ю.Д. Проблема исследования баланса наносов в береговой зоне морей. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 240 с.



*Западная часть бухты Коктебель. пляж. Начало 1910 годов.
Фото из архива семьи Слудских*