

УДК 504.454.504.062(262.5)

Г. В. Выхованец, доктор географ. наук, профессор
кафедра физической географии и природопользования,
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова
ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БЕРЕГОВ И ДНА ЛИМАНОВ ТУЗЛОВСКОЙ ГРУППЫ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

В природоохранных проработках по сохранению ландшафтного разнообразия не учитываются берега лиманов. Однако береговая зона лиманов характеризуется широким распространением абразионных и аккумулятивных форм рельефа. Косы и пересыпи являются субстратом, на котором поселяется растительность и животные. Зачастую они являются единственным убежищем для эндемичных и краснокнижных видов.

Ключевые слова: лиман, коса, пересыпь, наносы, абразия, колебания уровня, волна.

Введение

Лиманы Тузовской группы представляют собой молодые приморские озера голоценового возраста. К ним относятся Бурнас, Шаганы, Алибей, Мал. Сасык, Джентшей, Сасык (Кундук). Их площадь составляет 396 км², в том числе Бурнас — 23 км², Алибей — 98 км², Шаганы — 71 км², Сасык — 204,8 км². Глубина их не превышает 3,5 м, преобладает в основном до 1,5 м. Они всегда были объектом активного природопользования и сейчас остаются таковыми (рис. 1). В них вылавливалась рыба, добывалась соль, пелоиды (лечебные грязи) и рапа использовалась в лечебных целях и в фармацевтической промышленности и др. Однако в последние годы, в связи с изменениями в стране социально-экономических условий, природопользование стало нерациональным, наносящим вред лиманной природной системе на побережье Черного моря. Потребовалась новая научно-исследовательская информация, которая бы предотвратила новые риски для структуры и качества природы лиманов. К такой информации относится и та, которая получена на основании новейших геоморфологических исследований берегов и дна лиманов. В этой связи тема данной статьи является актуальной.

Соответственно, целью работы является анализ физико-географических условий формирования берегов и дна лиманов, которые расположены между м. Бурнас и Жебриянской бухтой на побережье Черного моря. Для достижения этой цели нужно решить такие основные задачи: а) проанализировать имеющуюся информацию о природе лиманов; б) выполнить комплексные натурные полевые исследования лиманов; в) выполнить вещественный анализ наносов, слагающих косы и пересыпи в лиманах;

г) проанализировать гидрометеорологический режим побережья в местах расположения лиманов.



Рис. 1. Схема географического местоположения изученных лиманов из группы Тузловских лиманов (показаны черной стрелкой) на северо-западном побережье Черного моря

Решение этих задач будет существенно совершенствовать теорию лимнологии, той ее части, которая изучает приморские озера. Значит, статья имеет теоретическое значение. Несомненно, что новая, более совершенная географическая информация будет использоваться для оптимального природопользования, которое не подорвет качество природных ресурсов и не нарушит структуру природной системы лиманов. Поэтому статья имеет также и практическое значение. Объектом исследований являются лиманы Тузловской группы на северо-западном побережье Черного моря, а в качестве предмета исследований выступает анализ ряда физико-географических явлений, ранее не исследованных или исследованных недостаточно полно. Тема статьи разрабатывается давно и имеет богатую историю исследований.

Материалы и методы исследования

Для написания данной статьи были использованы материалы длительных стационарных исследований на северо-западном побережье Черного моря. Основные положения методики исследования морских и лиманных берегов изложены в работах автора [3, 4, 16, 17]. В основу эмпирических исследований положены методы наблюдения, измерения, картографирова-

ния и сравнения промерно-грунтовых и нивелировочных профилей. Также проводились эксперименты на стационарных участках по исследованию эоловых процессов на поверхности песчаных аккумулятивных форм прибрежно-морского рельефа в течение всех сезонов года и отдельных штормовых ситуаций. Полученный исходный материал был подвергнут систематизации, анализу и синтезу, моделированию. Широко применялись исторический метод и системный подход в процессе анализа полученной информации.

Обсуждение и анализ материалов исследования

Краткая история возникновения лиманов. Возникновение лиманов на побережье Черного моря обусловлено тектоническим строением, первичным расчленением коренного рельефа и геологической историей развития Азово-Черноморского бассейна в неоген-четвертичного время. В ходе развития Средиземноморского геосинклинального (складчатого) пояса здесь заложилась серия тектонических разломов, разделяющих Русскую (Восточно-Европейскую) платформу и складчатый геосинклинальный пояс [11, 10, 12]. По этим разломам края Русской платформы и Скифской плиты были прогнуты и опущены на значительную глубину. Сформировавшиеся прогибы заполнились мощной толщей рыхлых пород, которые сnivelировали неровности фундамента. Так возникли обширные равнины, окаймляющие с севера Черное и Азовское моря. На равнинных участках зародились строго определенные типы берегов [15].

Разрывные нарушения испытывал также и осадочный чехол. Горные породы в пределах разломов характеризуются повышенной выветрелостью, трещиноватостью, интенсивной миграцией минеральных растворов. Именно к этим разломам водные потоки приурочили свои русла. Так возникла речная и овражно-балочная сеть. По своему характеру реки были равнинными. Особой активности русловые процессы пришлись на ледниковый период, сильнее всего — в фазу таяния щитовых и горных ледников. Преобладала боковая эрозия, приведшая к образованию широких долин, особенно в нижнем течении. В ходе таяния ледников уровень Мирового океана поднимался, происходили трансгрессии морских вод в сформировавшиеся широкие долины. Так возникли крупные ингрессионные заливы, с террасированными склонами, узкие, относительно глубокие и вытянутые вдоль линии разломов. На подводном склоне оказались затопленными аллювиально-делювиальные и лимногенные отложения, в основном рыхлые. В их составе преобладали наносы волнового поля [7, 8, 17]. По мере трансгрессивного роста уровня моря массы рыхлых и слабосцементированных отложений входили в соприкосновение с уровнем моря и подвергались волновой переработке. Размываемые толщи рыхлых отложений послужили основным источником наносов для питания береговой зоны. Пройдя механическую дезинтеграцию и волновую дифференциацию, они вовлекались во вдольбереговое перемещение и стали тем осадочным материалом, из которого сформировались пересыпи и косы [7, 17, 18].

Относительная стабилизация уровня Черного моря привела к вхождению пересыпей и кос в обычный современный режим динамики. Сохранность их обеспечивалась природным конвейером, действующим в береговой зоне. В общем виде его можно представить так. Наносы, поступающие из разных источников, вовлекались в прибрежно-морскую дифференциацию, и одновременно — во вдольбереговое и поперечное перемещение. С подводного склона они малоразрушенными волнами и прибойным потоком поставлялись на пляжи, а оттуда в ветропесчаном потоке перемещались вглубь аккумулятивных форм и в лиманы, наращивая тыльную сторону пересыпей. Такой механизм, несмотря на общее отступление береговой линии, предохранил аккумулятивные формы от размыва и деградации [3, 4, 17]. Выработался механизм самосохранения пересыпей лиманов, баров и кос. После того, как ингрессионные заливы отчленились от моря барами и косами, превратившись в полигенные пересыпи, они предстали в виде лиманов, соответственно определению этого термина [5, 15, 20]. С этого времени развитие берегов и дна лиманов пошло по иному пути.

Если открытые ингрессионные заливы и их берега развивались в основном под влиянием морских гидрологических факторов, то после появления косы, а затем и пересыпи, произошло резкое изменение факторов влияния. Морские факторы стали воздействовать на морскую сторону пересыпей и кос, фактически перестали влиять на дно и берега лиманов, включая и тыльную (лиманную) сторону пересыпей. В зависимости от ширины пересыпи появился еще и третий фактор — эоловый, приуроченный к средней части аккумулятивной формы [17]. Если ширина пересыпи превышает 200–250 м на разных участках, то к эоловому фактору добавились еще литологический, ботанический, гидрогеологический и др. Чем шире является пересыпь, тем сильнее проявление неволновых факторов, действующих одновременно в комплексе. Если же в лиман впадает крупная река, то к перечисленным факторам добавляется речной гидрологический фактор.

Развитие берегов лиманов. Лиманы Тузловской группы, в отличие от других в северной части Черного моря, характеризуются тем, что в них впадают мелководные, часто пересыхающие реки, отсутствуют постоянные прорвы и, как следствие, — развит слабый водообмен с морем. Поэтому количество воды в чаше лимана определяется в основном фильтрацией воды из моря через тело пересыпи, штормовым переплескиванием морской воды в лиман и притоком грунтовых вод. Такая частичная изоляция лиманов от моря определила иной характер водообмена лиманов с морем, иную циркуляцию вод, в сравнении с открытыми лиманами. Во время ветроштормовых ситуаций вся водная толща в лиманах приходит в движение и перемещается в направлении действия ветров. В итоге формируется нагон вод: то ли у коренных абразионных берегов лимана, то ли вдоль пересыпи, в зависимости от направления действия ветра. Во время действия высоких нагонных уровней происходит не только затопление ветровых осушек, обводнение (смачивание) нижней части клифа, но и волновое воздействие на него. Так как берега всех лиманов сложены однородной лессовой суг-

линистой толщей (рис. 2), то влияние нагонов и волн на их разрушение одинаково по всему периметру лиманов. Соответственно, устанавливаются скорости разрушения берегов в общем одного порядка [17].

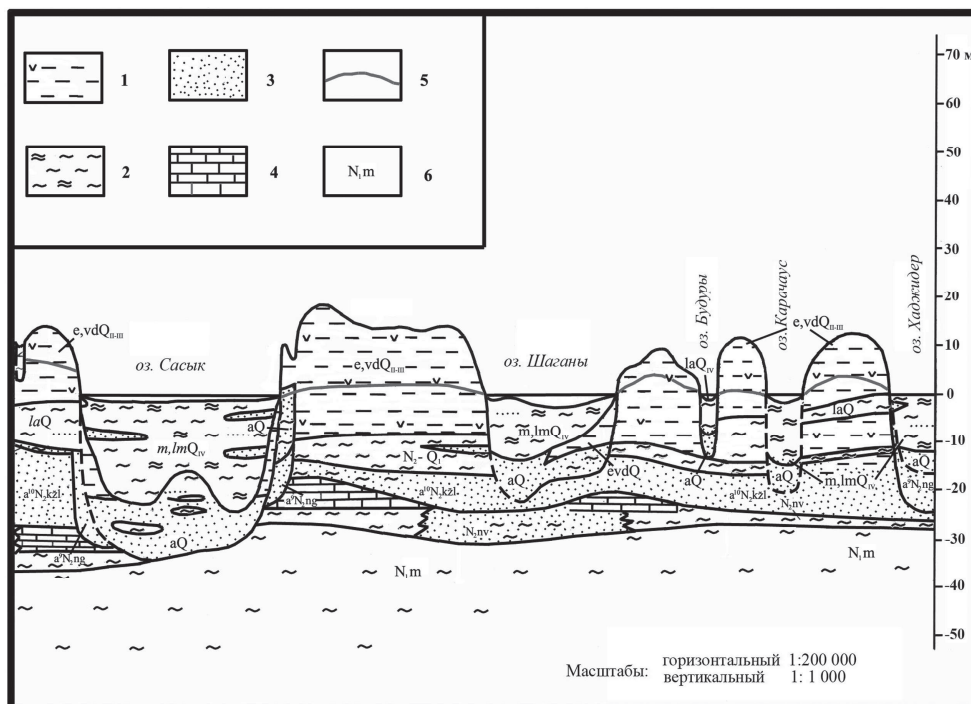


Рис. 2. Геологический профиль вдоль берега Черного моря на участке “Жебрианская бухта— м. Бурнас”. Горные породы: 1 — лессовидные суглинки; 2 — лиманные илы; 3 — аллювиальные, прибрежно-морские и лиманные пески; 4 — неогеновые ракушечные известняки; 5 — линия, показывающая выше уровня моря на водоразделах и ниже уровня моря на дно лиманов; 6 — индексы возраста горных пород (Q — антропоген; N — неоген)

В голоцене, на ранних стадиях развития лиманов их береговая линия повторяла форму долин рек и крупных балок. В соответствии с законами рефракции, концентрация волновой энергии происходила в первую очередь у выступов берега. Это способствовало более быстрому их разрушению, в сравнении с выровненными участками глинистого берега. Одновременно с разрушением мысов шло отчленение аккумулятивными телами (террасами, внутрилиманскими пересыпями и косами) вершин оврагов и балок. В результате эти процессы привели к общему выравниванию берегов лиманов (например, лиман Шаганы). А так как волновое влияние было от всех сторон горизонта, то со временем лиманы приобрели округлую форму или близкую к ней. Хотя следует отметить, что влияние контура долины продолжает сказываться на контуре некоторых лиманов, особенно Сасыка и Бурнаса.

Скорости размыва лиманных берегов и дна на разных этапах их развития были разными. Вначале, как только была подвергнута затоплению долина реки, глубины были относительно большими, особенно в приустьевой области. Во время штормов волны, проникающие в залив из моря, слабо трансформировались, волновое воздействие было сильным как на дно так и берега. В вершинной части залива берега разрушались под совместным воздействием волн и волновых нагонов, а также сопутствующих им течений. Здесь скорости разрушения берегов были максимальными. По флангам залива у выровненных берегов величина нагона была небольшой и берега разрушались, в основном, под воздействием волн и волновых течений. Лиманные волны были значительно меньше тех волн, которые приходили с открытого моря, их энергия была значительно меньше и, следовательно, скорости разрушения берегов были меньше. На этой стадии развития лиманов шло увеличение их площади за счет расширения вершинной и устьевой областей.

По мере роста аккумулятивных кос, отгораживающих лиманы от моря, доступ в лиман морских волн уменьшался и разрушение берегов происходило все больше под влиянием лиманных гидрологических факторов, обладающих гораздо меньшим энергетическим потенциалом. В итоге скорости разрушения внутренних лиманных берегов замедлились. Если учесть, что в голоцене общие физико-географические условия воздушной циркуляции не меняли своей внутригодовой и многолетней ритмики, то, следовательно, и тогда преобладали сильные ветры и волнения от северной и восточной стороны горизонта. Максимальное волновое воздействие приходилось на южный и западный (правый) берег лиманов. Ветры этих направлений одновременно прижимали струю стокового течения нагонных вод к правому берегу [2, 6]. В этот период расширение лиманов шло за счет абразии правого и левого берегов.

Современные скорости разрушения берегов лиманов изучались на примере Бурнаса и Сасыка (Кундука). Здесь по всему периметру лиманов были заложены стационарные участки, на которых велись повторные топографические съемки (рис. 3). Выполнялись и другие виды работ. Как видно из рис. 4, абразионные берега представлены в основном абразионно-обвальными клифами. В зависимости от физико-механических свойств пород на берегах, обвалы могут сопровождаться дроблением обвалившегося блока или его сохранением (рис. 4). От этого зависят скорости абразии.

Современные скорости абразионного отступления берегов сравнительно небольшие — 0,1–0,3 м/год на лимане Бурнас. На Сасыке Ю. А. Амброз¹ обнаружила более высокие скорости — до 0,7 м/год. На лимане Шаганы они были оценены по косвенным признакам — до 0,3–0,5 м/год. Наименьшие скорости присущи берегам Будаковского лимана (около 0,1–0,2 м/год). Полученные скорости абразии сопоставимы с таковыми для других участков берегов Черного моря, развивающихся в аналогичных условиях. Но повсеместно развиты абразионно-обвальные клифы (рис. 4). Интенсивнее

¹ Устное сообщение.

всего берега разрушаются там, где действуют наибольшие длины разгонов наиболее часто повторяющихся штормовых волн. На лимане Бурнас самые высокие скорости зафиксированы в пос. Тузлы, где берег открыт воздействию сильных южных и восточных волнений. К тому же хозяйственная деятельность в поселке способствует дополнительному обводнению берегов, что еще сильнее снижает их прочностные характеристики. Клифы разрушаются по всему периметру лиманов, о чем свидетельствуют шлейфы свежих обрушившихся пород и сползшие к подножию ряды деревьев, возрастом до 30–50 лет.

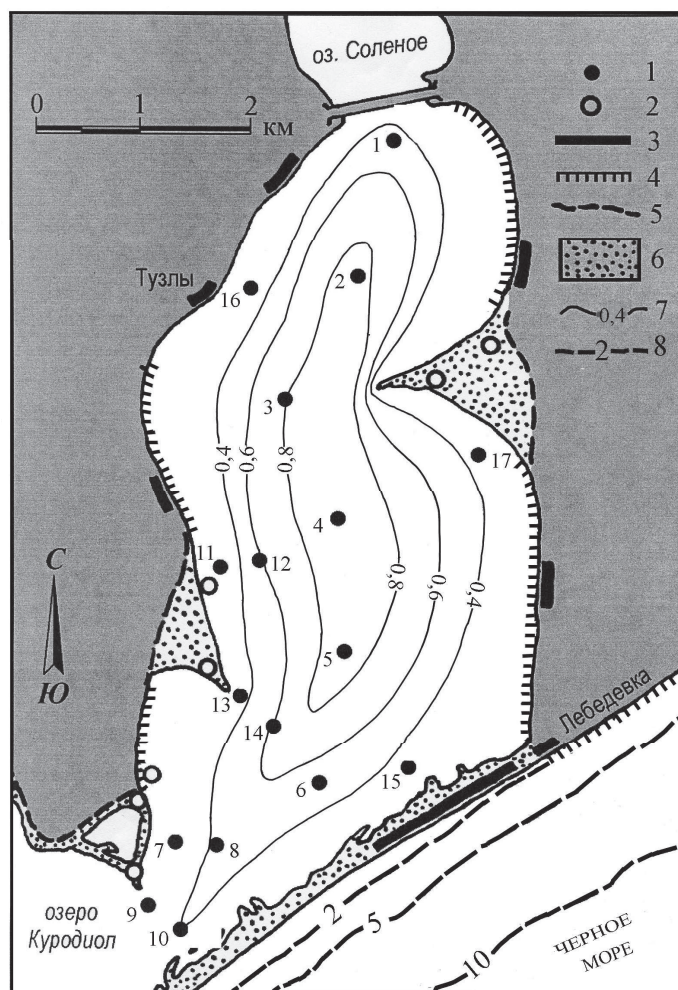


Рис. 3. Схема расположения берегов лимана Бурнас на побережье Черного моря. Условные обозначения: 1 — гидрологические станции в лимане; 2 — точки отбора проб наносов; 3 — стационарные участки по наблюдению за процессами абразии; 4 — активные клифы; 5 — отмершие клифы на берегу; 6 — береговые аккумулятивные формы; 7 — изолинии глубин в лимане; 8 — изолинии глубин в море [2, 6]

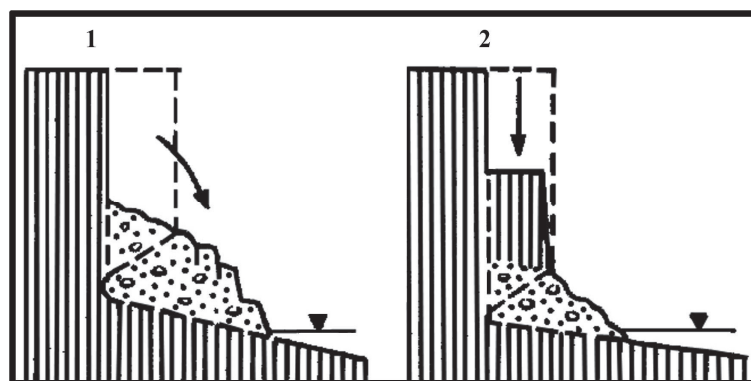


Рис. 4. Абразионно-обвальные клифы, характерные для берегов лиманов Тузовской группы на северо-западном побережье Черного моря: 1 — обвал клифа сопровождается дроблением осадочных пород; 2 — обвал сопровождается сохранением блока породы и ее частичным дроблением (по Ю. Д. Шуйскому)

Механизм разрушения клифов такой же, как и на очень отмелых морских берегах, в частности, на Черном, Балтийском, Средиземном морях [14]. Главным движущим фактором разрушения является волнение в лиманах. Во время штормовых ситуаций у коренных берегов происходит ветровой нагонный подъем уровня, что приводит к смачиванию нижней части клифа. При смачивании глинистые породы набухают и теряют свою прочность, разделяясь на отдельные агрегаты. Поэтому достаточно даже невысоких лиманных волн, чтобы произошел их размыв и обрушение [6]. Пляжи у подножья клифа отсутствуют по причине низкого содержания наносов волнового поля в коренных породах, питающих наносами лиманы. Хотя на более крупных лиманах (Днестровский, Сасык) мелкие пляжи имеются.

Развитие дна лиманов. В развитии не только берегов, но и дна лиманов тоже следует выделить два этапа — до закрытия и после закрытия лиманов аккумулятивными телами (косами и пересыпями). На стадии залива дно лиманов испытывало интенсивный промывной режим. Порождаемые волнами прибрежно-морские течения и стоковые нагонных и речных вод, в благоприятных условиях, суммируясь, достигали значительной величины, достаточной для перемещения влекомых и взвешенных наносов. В результате наносы, поступающие от абразии клифов и подводного склона, постоянно вымывались течениями из залива. Скорости осадконакопления были несущественными. Преобладали в основном процессы размыва подводного склона. Наибольшие скорости были приурочены к струе стокового течения, формирующего обширную ложбину стока. Так как струя стокового течения постоянно смещалась, в зависимости от штормовой ситуации, то и ширина ложбины стока постепенно увеличивалась и, таким образом, увеличивалась общая глубина лиманов.

Неравномерность размыва дна лиманов четко прослеживается на рис. 5. Здесь на поперечном профиле четко выражены две абразионные террасы

(современная и древняя) с отметками поверхности $-0,37$ м и $-0,75$ м. Современная терраса находится еще в стадии формирования. Ее ширина составляет всего лишь 5 м, а контур полностью повторяет контур подводного склона. С поверхности она прикрыта наилком, мощностью 5–6 см. Более древняя терраса перекрыта слоем плотного ила, мощностью 0,25–0,30 см. Он сnivelировал неровности коренного рельефа. Ширина террасы равна 16 м. На ранней стадии формирования (примерно до половины ширины) она характеризовалась относительно равномерным врезом в дно лимана. Затем скорости размыва начали постепенно снижаться, очевидно, по причине изменения режима ветро-волновой энергии. Произошло, вероятнее всего, усиление ветро-волновой энергии от южной стороны горизонта, и правый (южный) берег оказался в ветровой тени. Скорости размыва подводного склона замедлились примерно в 2 раза, в сравнении с первой фазой выработки абразионной террасы. Одновременно активизировались скорости абразии у левого берега лимана.

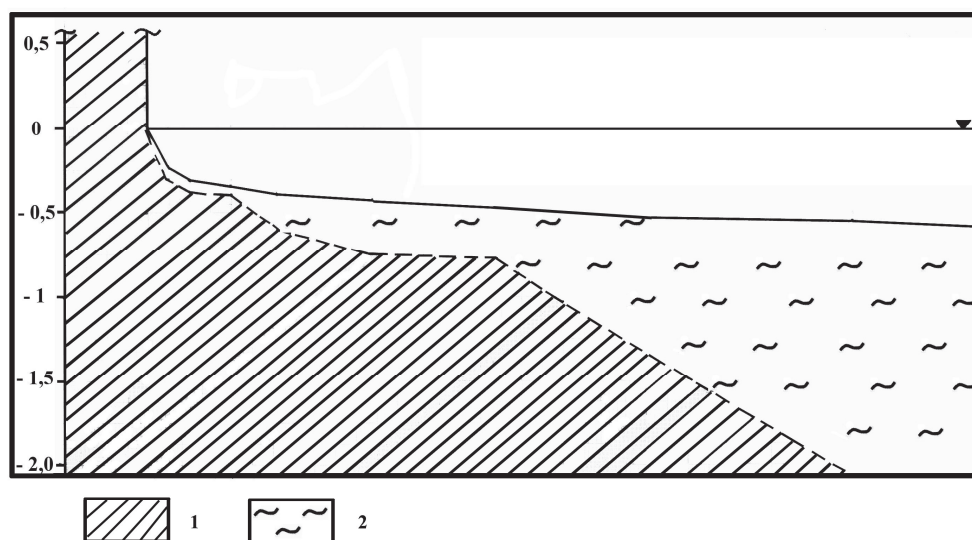


Рис. 5. Геологический разрез на дне лимана Бурнас к югу от Тузловской косы, абразионный участок (глубины в метрах). Породы: 1 — легкие суглинки; 2 — лиманные илы, с включениями раковинного детрита

Развитие дна лиманов после их закрытия пересыпью пошло по иному пути. На этой стадии развития основным рельефообразующим фактором стали лиманные волны и порождаемые ими течения, а также сгонно-нагонные колебания уровня. Обломочный материал, поступающий в лиман от абразии клифов и бенчей, полностью оставался в лиманах и заполнял их чаши. Началось обмеление лиманов и уменьшение глубин. Несмотря на то, что во время волнений в движение приходила вся водная толща от поверхности до дна, скорости размыва подводного склона замедлились, так как бенч был укрыт достаточно мощным слоем ила. Источником наносов,

поступающих в лиман, постепенно становились в основном клифы и биогенные поступления. Таким образом, чисто абразионная фаза морфогенеза начала преобразовываться в аккумулятивную. Скорости осадконакопления колеблются в зависимости от скорости разрушения берегов. В разрезах на осушках четко прослеживается чередование ракушечных и илистых отложений, что свидетельствует о неоднозначности скоростей разрушения берегов и поступления илистых наносов в акваторию лиманов. В периоды усиления энергии ветро-волнового режима активизируются сгонно-нагонные колебания уровня, увеличиваются скорости разрушения берегов, растет мутность воды и создаются неблагоприятные условия для проживания моллюсков на дне лимана, а их биомасса снижается. В это время на дне накапливаются в основном илистые и мелкоалевритовые частицы. В периоды затухания штормовой активности создаются благоприятные условия для жизнедеятельности моллюсков, растет их биомасса и количество биогенного материала резко возрастает в составе донных отложений.

Автором была предпринята попытка оценки скоростей осадконакопления на примере лимана Бурнас. Повторные съемки на стационарных участках, расположенных по всей периферии лимана, показали, что на разных участках скорости абразии колеблются от 0,1 до 0,3 м/год, но на большинстве участков они равны 0,15 м/год (рис. 3). Если принять в расчет, что средняя скорость абразии равна 0,15 м/год, а средняя высота клифов 10 м, то ежегодно в лиман может поступить 18375,0 м³/год наносов, а с учетом площади дна величина осадконакопления равна 0,8 мм/год в среднем по всей акватории лимана. Полученная величина осадконакопления сопоставима с таковыми в других лиманах и мелких глубоко вдающихся в сушу заливах (например [10]).

Условия формирования аккумулятивных форм в лиманах. Лиманы Тузовской группы характеризуются широким распространением аккумулятивных форм прибрежно-морского генезиса — в основном это косы и пересыпи. Косы характерны для Бурнасского и Сасыкского лиманов. Они являются самыми крупными аккумулятивными телами, несмотря на то, что Бурнасский лиман самый малый среди группы этих лиманов. Условия формирования аккумулятивных форм в лиманах несколько отличаются от таковых на открытом морском берегу. Существует несколько причин, обуславливающих это отличие, но основными являются запасы ветро-волновой энергии, запасы наносов волнового поля и контур береговой линии.

Согласно опубликованным данным [1, 9, 13], ветровой режим над всей северо-западной частью Черного моря и прилегающим побережьем характеризуется однородностью. Поэтому существенной разницы в направлении и продолжительности штормовых ветров над морем и лиманом нет. Существенно отличаются длины разгона волн и уклоны подводного склона. Лиманы Тузовской группы мелкие (глубины до 2,5 м), небольшие по площади и имеют форму близкую округлой. Длины разгона волн одинаковы откуда бы ни подул ветер. Волны возникают одновременно по всей акватории лимана с началом действия ветра и затухают сразу же после его прекращения. В таких условиях во время штормовых ветров (более

10 м/с) вся водная толща и верхний слой наносов приходят в движение и перемещаются по всей акватории лимана в направлении действия ветра, но особенно интенсивно — в прибойной зоне. В результате формируются небольшие по мощности и протяженности вдольбереговые потоки наносов. В соответствии с источниками питания, получили развитие илисто-гравийные потоки наносов. Гравийные фракции представлены целыми и битыми створками ракуши (в основном *Cardium edule*).

Механизм формирования аккумулятивных форм такой же, как и на морском берегу [7]. На ранних стадиях развития береговой линии лиманов аккумулятивные формы начали формироваться там, где береговая линия резко меняла направление. Прежде всего, это были входы во вторичные заливы. Вначале формировались косы, которые со временем превратились в пересыпи. В частности, в лимане Шаганы так возникли пересыпи озер Соленого, Магилевского, Будуры и Мартаза. Размеры пересыпей небольшие: максимальная ширина и высота соответственно равны до 40–45 м и до 0,50–0,60 м. Периодически эти пересыпи прорываются паводковыми и сгонно-нагонными водами, и тогда вновь возобновляется их связь с лиманом.

Лиманы Шаганы, Алибей и Бурнас разделены между собой подводными и надводными косами, которые образовались у выступов коренного берега наносами из вдольберегового потока (рис. 3). Их соединению с противоположным берегом (пересыпью) мешают частые сгонно-нагонные колебания уровня в лиманах, порождающие сильные течения (скорости ≥ 1 м/с). Особенно сильные они бывают вдоль тыльной стороны той пересыпи, которая отчленяет эти лиманы от моря.

Более сложное строение имеют аккумулятивные формы в Бурнасском лимане (рис. 6). Они образовались как при преобладающем одностороннем перемещении наносов, так и при двухстороннем. Типичными косами-стрелками, имеющими двухстороннее питание, являются Базарьянская и Курудиольская косы, но механизм их формирования является разным.

Косы в лимане Бурнас. Основываясь на изложенных закономерностях развития берегов Тузовских лиманов, обратимся к анализу кос в Бурнасе.

Базарьянская коса возникла у выровненного берега, где уравниваются миграции наносов вдоль берега от северной и южной сторон горизонта (рис. 6 в). Из рис. (рис. 7) видно, что скорость ветра по всем направлениям практически одинакова, а по повторяемости резко выделяется северное и южное направления, причем, по величине они практически равнозначны. Поэтому миграции наносов, вызванные штормами как от северной, так и от южной сторон горизонта, тоже будут равнозначными. В результате, выросшие навстречу друг другу косы соединились и замкнули между собой небольшую лагуну.

Базарьянская коса по всем параметрам значительно превосходит другие косы, размещенные на правом (западном) берегу (рис. 6а,б). Она асимметрична, южный ее фланг шире (40–75 м) и выше (1,00–1,25 м) в сравнении с северным. Ширина северного фланга составляет 25–27 м, а высота — 0,70–0,90 м. Самой широкой частью косы является место сопряжения северной и южной кос. Здесь ее ширина достигает 75–90 м. Увеличение ширины

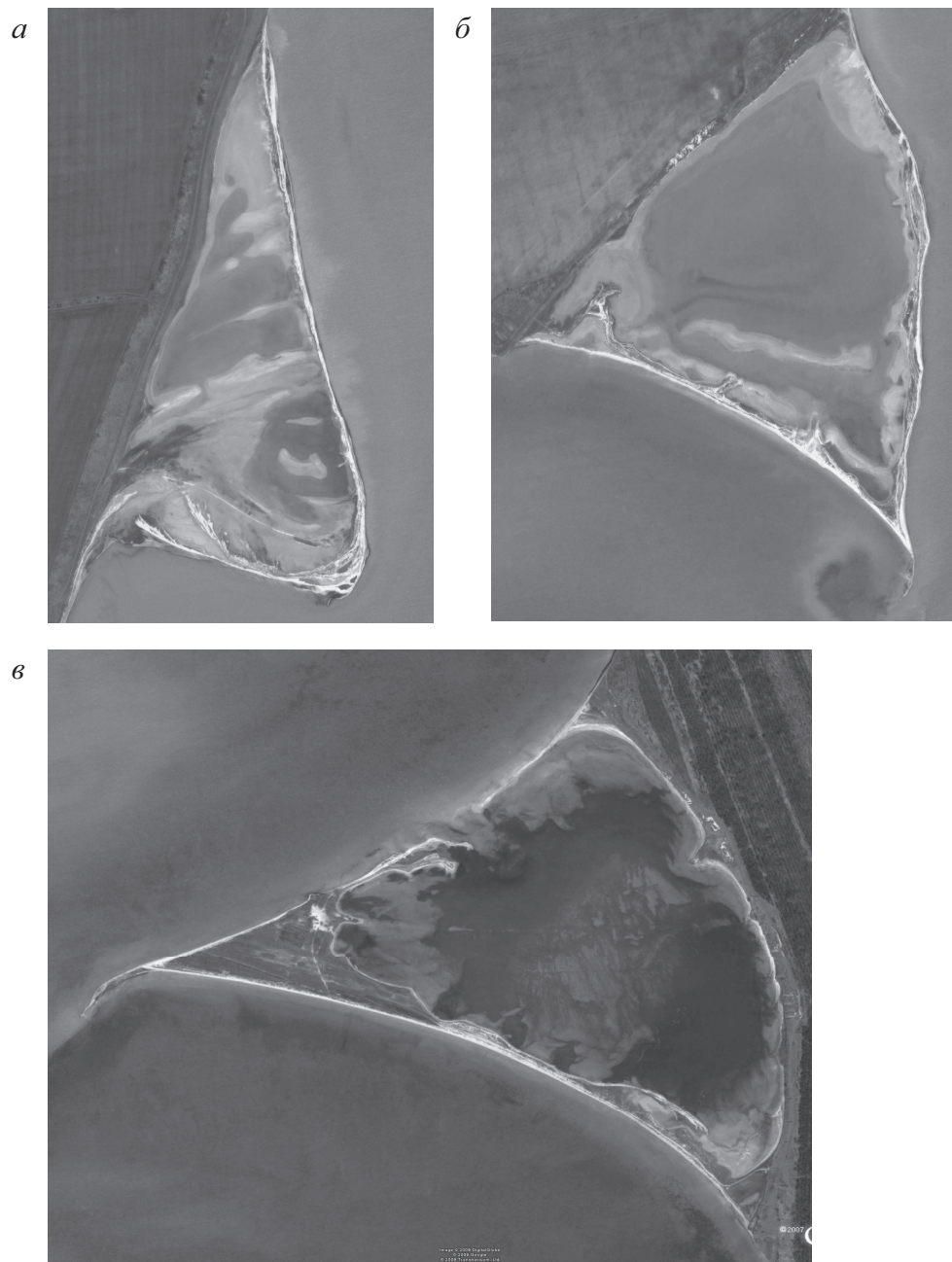


Рис. 6. Спутниковые фото кос внутри лимана Бурнас: *а* — коса к югу от пос. Тузлы; *б* — коса между лиманами Курудиол и Бурнас; *в* — коса между Базарьянкой и Лебедевкой. На косах сохранился рисунок береговых валов

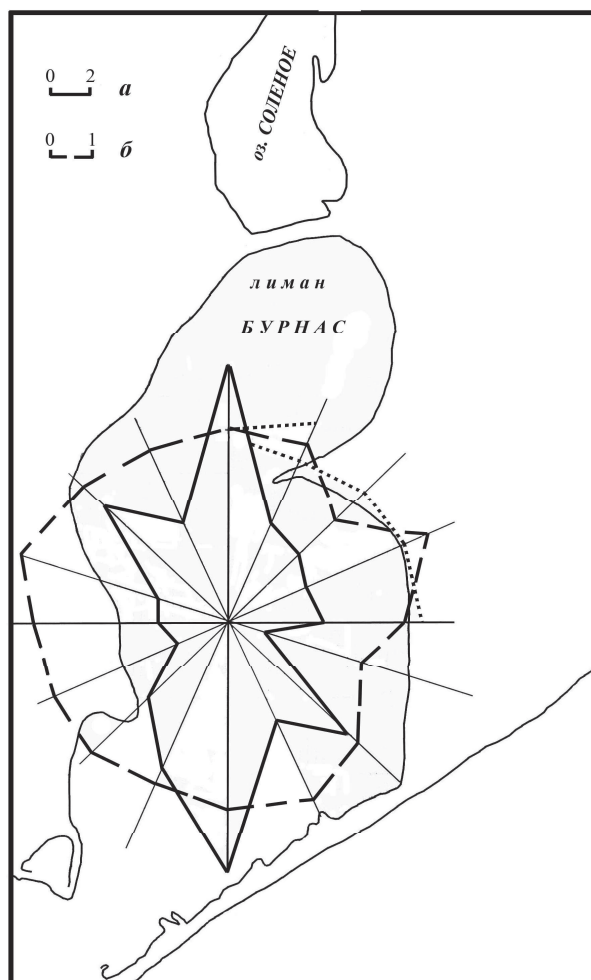


Рис. 7. Наложенные розы повторяемости (а) и скорости (б) ветра над поверхностью лимана Бурнас по данным метеорологического поста “Базарьянка”. Точками показаны руководящие сектора горизонта

косы не повлияло на ее высоту и она здесь равна 0,65–0,80 м, как и на других участках косы и на других аккумулятивных формах в лиманах. Объем наносов, заключенных в косах в разных ее частях, колеблется от 4,24 м³/м (оголовки косы) до 47,80 м³/м (в месте сопряжения северной и южной кос).

Морфологическое строение южной части Базарьянской косы сложное. Здесь на поперечном профиле четко прослеживается несколько генераций кос, которые по мере роста косы разворачивались в южном направлении. Все они срезаются северной частью косы, которая мигрирует тоже в южном направлении (рис. 6 в). Сформировавшиеся генерации маркируют разные стадии развития кос после верхнеголоценовой стабилизации уровня моря

и лимана. В зависимости от направления штормов, коса у корневой части периодически прорывается, и тогда в лагуну из лимана поступает вода. Наиболее динамичной частью косы является ее дистальный оголовок, который от шторма к шторму отклоняется то к северу, то к югу.

Курудиольская коса, разделяющая лиманы Алибей и Бурнас, в настоящее время выглядит как коса-стрелка, но образовалась она из двух кос, возникших там, где береговая линия резко меняет свое направление (рис. 6б). Поэтому на ранних этапах развития лиманных берегов они росли как типичные косы в условиях одностороннего питания. Косы постепенно выдвигались в лиман Курудиол, и направление простираения их береговой линии совпадало с направлением коренного берега. В какой-то момент времени они достигли друг друга и стали развиваться уже как единое аккумулятивное тело. Дальнейшему их выдвигению в лиман мешает мощная струя сгонно-нагонного течения, которое денивелирует уровень соседних лиманов Бурнас и Шаганы.

Так же, как и Базарьянская, эта коса асимметрична. Ее Бурнасская (левая) ветвь шире (33,0–48,0 м) и мощнее (7,88–10,12 м³/м), чем Шаганская (правая) ветвь. Размеры Шаганской ветви косы соответственно равны: ширина 17,5–33,0 м и объем наносов 4,40–5,90 м³/м. В то же время высота обеих ветвей косы мало отличается и в наиболее высокой части достигает 0,37–0,40 м. Заключенная между ветвями косы лагуна периодически высыхает. Ее дно лежит выше уровня воды в лимане. Во время сильных штормов от северо-востока и юго-востока коса прорывается в разных местах. Тогда внутренняя лагуна пополняется водой.

Тузловская коса, расположенная южнее пос. Тузла, является типичной косой [7]. Она сформировалась в условиях преобладания одностороннего (от северной стороны горизонта) перемещения наносов на участке, где береговая линия резко меняет свое направление. Изменение экспозиции берега по отношению к преобладающему волнению привело к падению наносодвижущей способности волн, и наносы начали аккумулироваться в волновой тени за выступом берега (рис. 6а).

Коса выдвинута в лиман на 1,25 км и отгораживает небольшой залив от остальной части лимана. Ширина косы, как и везде в лиманах, небольшая. На разных участках она изменяется от 20 до 40 м. Поперечный профиль асимметричный, тыльная сторона более пологая (уклон 0,20–0,46), равномерно снижающаяся в сторону залива. Фронтальная сторона косы более крутая (уклон 0,48–0,56), с четкой маркировкой приурезовых валов разных уровней. Общая высота косы достигает 0,6–0,8 м над уровнем лимана. Эта высота больше, чем, например, у Базарьянской косы. Причина кроется в том, что Тузловская коса открыта более сильным и продолжительным волнениям от северо-востока и востока. Поэтому нагоны здесь выше, а волновой заплеск сильнее.

Волнения противоположного направления (от южной стороны горизонта) вдоль коренного берега и тыльной стороны косы перемещают наносы в залив и там формируют вторичные аккумулятивные формы. Небольшие косы и переймы отчленяют небольшие лагуны, которые со временем вы-

сыхают и превращаются в обширные ветровые осушки. По мере выдвижения косы в лиман и удлинения залива в нем формировались новые косы и сейчас насчитывается несколько генераций аккумулятивных образований (рис. 6а).

В заключение хочу поблагодарить Ю. Д. Шуйского, А. А. Стояна, Л. В. Гыжко, А. А. Гыжко, П. С. Вержбицкого за помощь, оказанную при выполнении полевых и камеральных исследований.

Выводы

1. В развитии дна и берегов лиманов выделяется два периода. Первый охватывает время от начала трансгрессии морских вод в устьевые области рек до их отчленения от моря пересыпью (стадия залива). В течение этого периода преобладала абразионная фаза морфогенеза. Второй период охватывает время от закрытия лимана до настоящего времени (стадия лимана). На этом отрезке времени ведущая роль принадлежит аккумулятивной фазе морфогенеза.

2. Лиманы представляют собой приморские озера как результат взаимодействия исходного расчленения побережья (эрозионного), с одной стороны, а с другой — общего трансгрессивного повышения уровня Черного моря в голоцене. В итоге каждый лиман заполнил эрозионную депрессию в устьях рек, отчленился от моря пересыпями или косами, приобрел специфические гидрохимические и гидробиологические черты вод. В этой связи выделяется три структурных элемента: а) чаша лимана, которая сейчас образует их дно и берега; б) пересыпь как результат литодинамического взаимодействия моря и лимана и влияния вдольберегового потока наносов; в) водная толща.

3. Несмотря на небольшую глубину и площадь лиманов, скорости абразии их берегов высокие и соизмеримы с таковыми в отмелях и глубоко вдающихся в сушу заливах Черного моря. На разных участках берегов скорости абразии составляют от 0,10 до 0,35 м/год. Механизм разрушения берегов такой же, как и на открытом морском берегу. Основным фактором абразии выступают кратковременные сгонно-нагонные колебания уровня воды и дезинтеграция глинистых пород во время их смачивания водой.

4. Образовавшийся осадочный материал является доминирующим в осадконакоплении в чаше лимана. При этом средняя скорость осадконакопления составляют 0,8 мм/год в течение последних столетий. В отдельные годы возможны отклонения от приведенного среднего как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения.

5. В лиманах широко распространены аккумулятивные формы рельефа — косы и пересыпи. Механизм их формирования такой же, как и на открытых морских берегах. В соответствии с гидродинамическим режимом в лиманах размеры (ширина, высота и объем заключенных в них наносов) аккумулятивных форм небольшие. Практически полностью они сложены илом, ракушей и ракушечным детритом.

6. Согласно источникам питания наносами береговой зоны лиманов здесь развиты илесто-ракушечные потоки наносов небольшой мощности и протяженности. Поэтому аккумулятивные формы в лиманах сложены ракушей с примесью илстых наносов.

Литература

1. *Атлас охраны природы Черного и Азовского морей*. — Санкт-Петербург, ГУНПО МО РФ, 2006. — 434 с.
2. Вержбицкий П. С., Стоян А. А., Гыжко Л. В. Изучение солёности поверхностных вод лимана Бурнас осенью 2007 г. / *Вісник ОНУ. Географічні та геологічні науки*. — Т. 13. — Вип. 6. — 2008. С. 34–42.
3. Выхованец Г. В. Эолодинамика на поверхности песчаных аккумулятивных форм в зависимости от их рельефа // *Доповіді НАН України*. — 2003. — № 10. — С. 125–130.
4. Выхованец Г. В. Эоловый процесс на морском берегу. — Одесса: Астропринт, 2003. — 368 с.
5. Выхованец Г. В., Говенко Л. В. Генетическая классификация прибрежных озёр Черного и Азовского морей в пределах Украины // *Фальцфейнівські читання: Зб. наук. праць*. — Відп. ред. С. В. Шмалей. — Херсон: Вид-во ПП Вишемирський В. С., 2007. — С. 50–53.
6. Выхованец Г. В., Гыжко Л. В., Вержбицкий П. С. и др. Физико-географическая характеристика лимана Бурнас на северо-западном побережье Черного моря / *Вісник ОНУ. Географічні та геологічні науки*. — Т. 13. — Вип. 6. — 2008. — С. 43–56.
7. Зенкович В. П. Основы учения о развитии берегов. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 710 с.
8. Иванов Г. И., Ищенко Л. В. Новые данные о развитии шельфа северо-западного района Черного моря в голоцене / *Балтика*. — Том 5. — 1974. — С. 265–273.
9. *Клімат України*. — Київ: Видавництво Раєвського, 2003. — 343 с.
10. Молодых И. И., Усенко В. П., Палатная Н. Н. и др. Геология шельфа УССР. Лиманы. — Киев: Наукова думка, 1984. — 176 с.
11. Мороз С. А., Сулимов И. Н., Гожик П. Ф. Геологическое строение Северного Причерноморья. — Киев: Наукова думка, 1995. — 183 с.
12. Ротарь М. Ф. Некоторые особенности геологического строения и тектоники верхней части шельфа Черного моря на участке Дунай — Днестр. / *Региональная тектоника Украины и закономерности размещения полезных ископаемых*. — К., Наукова думка, 1971. — С. 70–83.
13. *Справочник по климату Черного моря* / Под ред. А. И. Соркиной. — Москва: Гидрометеоиздат, 1974. — 406 с.
14. Шуйский Ю. Д. Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. — 240 с.
15. Шуйський Ю. Д. Типи берегів Світового океану. — Одеса: Астропринт, 2000. — 480 с.
16. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. Исследование пляжей на абразионных берегах Черного и Азовского морей // *Инженерная геология*. — 1984. — № 2. — С. 73–80.
17. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в северо-западной части Черного моря. — Москва: Недра, 1989. — 198 с.
18. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В., Гыжко Л. В., Стоян А. А., Вержбицкий П. С. Физико-географические черты природы лиманов Шаганы и Алибей на побережье Черного моря // *Причорноморський екологічний бюлетень*. — № 1 (31). — 2009. — С. 96–112.
19. Щербаков Ф. А., Куприн П. Н., Поляков А. С., Баландин Ю. Г., Иванов Г. И., Ротарь М. Ф. Шельф северо-западной части Черного моря в позднем плейстоцен-голоцене / *Четвертичный период*. — Вып. 16. — Киев: Наукова думка, 1976. — С. 141–152.
20. Щукин И. С. Четырёхязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии. — Москва: Советская энциклопедия, 1979. — 703 с.

Г. В. Вихованець

кафедра фізичної географії та природокористування,
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

**ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ БЕРЕГІВ ТА ДНА
ЛИМАНІВ ТУЗЛОВСЬКОЇ ГРУПИ НА УЗБЕРЕЖЖІ ЧОРНОГО МОРЯ**

Резюме

У природоохоронних проробках щодо збереження ландшафтного різноманіття, за правилом, не враховуються береги лиманів на морських узбережжях. Разом з тим, берегова зона лиманів складається з чітко визначених абразійних та акумулятивних форм рельєфу. Вони утворюють середовище для процесів ґрунтонакопичення, розміщення рослин, тварин. На них можуть оселятися ендемічні та червонокнижні види живих організмів.

Ключові слова: лиман, пересип, коса, наноси, абразія, коливання рівня, хвиля.

G. V. Vykhovanets

Physical Geography Dept.,
National Mechnikovs University of Odessa,
2, Dvoryanskaya St., Odessa-82, 65082, Ukraine

**PHYSICAL-GEOGRAPHIC CONDITIONS OF FORMING OF LIMANS
SHORES AND BOTTOM ALONG THE BLACK SEA COAST**

Summary

The limanic shores was researched deficiently full. Usually, its not consider in proses of landscape variety analysis. A little information we are having on morphology and dynamic of limanic shores, and instrumental numerical especially. Limanic natural system contain different abrasive and accumulative relief forms of various types. Accumulative forms represent sandy-shelly spits and bars, and its surface are base for vegetation and animals distribution. Bars and spits constructed limanic waves and storm-surges. Wind equilibrium of water-level is main factor for shore abrasion in all the Black Sea limans. In limans the rates of cliff retreat are from 0,1 to 0,8 m/year. For instants, on shores of Burnas liman are retreating with average value 0,1–0,3 m/year, on shores of Shagany liman is 0,3–0,5 m/year, on Sasyk liman is up to 0,7 m/year, on Budaki liman is 0,1–0,2 m/year. The rate of average sedimentation on the Burnas bottom is 0,8 mm/year.

Key words: liman, spit, bar, sediment, abrasion, water level equilibrium, wave.