

УДК 504.454:504.062(262.5)

Г. В. Выхованец¹, д-р геогр. наук, проф., **Л. В. Гыжко**¹, асп., **П. С. Вержбицкий**², ст. преп., **А. А. Стоян**¹, инж., **А. А. Гыжко**¹, учеб. мастер, **А. Б. Муркалов**³, ст. преп.

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,

¹ кафедра физической географии и природопользования,

² кафедра инженерной геологии и гидрогеологии,

³ кафедра почвоведения и географии почв

ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИМАНА БУРНАС НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Осенью 2007 г. была выполнена физико-географическая съемка Днестровского лимана. Было выполнено 18 станций, что составило $\approx 1,4 \text{ км}^2/1 \text{ ст.}$, или масштаб 1:25000. На каждой станции производились измерения глубины дна, прозрачности, температуры, солёности, мутности, определяется состав донных осадков, наличие растительности и животных. На каждой станции отбирались пробы донных осадков. Выполнены анализ полученных материалов, их статистическая обработка. Построены карты распределения изученных физико-географических характеристик и графики связи между частью характеристик.

Ключевые слова: Бурнас, лиман, клиф, пляж, пересыпь, коса, наносы.

Введение

Резкая активизация освоения морских берегов на Украине потребовала использования нового фактического материала, более детального и обширного, о природе приморских лиманов, в том числе и лимана Бурнас. Он необходим для оптимизации природопользования, минимизации возможного ущерба, достижения щадящего допустимого антропогенного пресса, сохранения полезных свойств природных ресурсов лимана и его берегов. По этой причине было выполнено физико-географическое исследование лимана и его берегов в виде съемки в масштабе 1:25000. В этой связи *актуальность* темы статьи не вызывает сомнений.

Целью работы является анализ физико-географических условий лимана Бурнас с учетом материалов физико-географических исследований лимана в течение сентября весьма засушливого 2007 г. для оптимизации хозяйственной деятельности. Для достижения этой цели авторы решили следующие *основные задачи*: а) выполнили краткую оценку истории исследования лимана; б) рассмотрели общую характеристику берегов, дна лимана и пересыпи данного лимана; в) проанализировали распределение солёности и прозрачности вод.

Объектом исследования является лиман Бурнас на северо-западном побережье Черного моря (рис. 1). *Предметом* исследования явились закономерности распределения по площади и глубине ряда физико-географических характеристик лимана и строения его берегов. Это существенно поможет выполнять оптимальное природопользование в пределах природной системы данного лимана, что определяет важное *практическое значение* выполненного исследования.

Новый фактический материал, его анализ, полученные закономерности, черты структуры лимана Бурнас определенным образом усовершенствовали теоретические положения лимнологии и береговедения, а потому тема статьи имеет важное *теоретическое значение*.



Рис. 1. Схема расположения исследованного лимана Бурнас на побережье Черного моря (показано черной стрелкой)

Каждый лиман характеризуется тремя основными структурными элементами: ложем лимана, водной массой и пересыпью. В подавляющем большинстве исследований других авторов исследовалась практически всегда водная масса лимана, причем львиная доля информации касалась биологии лиманных вод, в небольшой мере — гидрохимии вод и состава донных осадков. В этой статье, как и в статье П. С. Вержбицкого с соавторами (см. на с. 34) предпринята попытка существенно расширить разнообразие и объем информации о географии лимана Бурнас.

Краткая история исследования лимана

Имя свое лиман Бурнас получил от смежного мыса — выступа коренной суши. Само название такого острого выступа переводится с турецкого «burnus» как «нос», «выступ», «острый угол», т. е. мыс Бурнас. Первое упоминание о лиманах северо-западного Причерноморья встречается еще в работах древнегреческих ученых, византийских мореплавателей, генуэзских и венецианских купцов и в польских летописях XV–XVI вв. Тогда же эти лиманы упоминаются как очаги накопления поваренной соли, которыми владели турецкие предприниматели (Али-бей, Шаган, Бадак, Хаджи-дер и другие). Часто о лиманах упоминают монахи-миссионеры, военачальники и путешественники, как, например, не-

мецкий путешественник Тунманн (1784). Однако их инструментальное изучение началось значительно позже. В XVII–XVIII вв. лиманы (в т. ч. и Бурнас) впервые появились на картах северо-западного Причерноморья (карта И. И. Биллингса, атлас М. И. Будищева, атлас Е. П. Манганари, первые лоции Черного моря).

В первой половине XIX столетия и несколько позже проводились рекогносцировочные исследования гидрохимического состава воды и донных отложений. Появились некоторые сведения по истории происхождения, геологии и геоморфологии, бальнеологии, гидробиологии и гидрологии лиманов. Особое внимание стали уделять гидрохимическому составу лиманных вод, рапы, а также составу донных илов. Эти исследования затрагивали и лиман Бурнас, хотя и не столь детально, как это делалось в некоторых других лиманах, например Куяльницком и Хаджибеевском. После этого лиманы стали вызывать интерес как источники лечебных грязей.

В XIX в. исследования лимана Бурнас были связаны также и с гидрографическими работами на всем Черноморском побережье. Производилось картографирование побережья, на карту наносились формы рельефа, глубины, производились корректировки карт. В конце XIX в. были выполнены эпизодические гидролого-гидрохимические работы в связи с открытием водогрязелечебницы на м. Бурнас (курорт Лебедевка). В начале XX в. был впервые описан рельеф и выполнены первые буровые работы на пересыпи лимана (В. С. Клер). Были получены первые ботанические описания (И. К. Пачоский, Г. И. Потапенко). В конце 40-х годов лиман был обследован для определения запасов лечебных грязей («пелоидов») и гидрохимических характеристик лиманной воды. В 1950-х годах велись ботанические и зоологические исследования (С. Б. Гринбарт, И. И. Погреньяк), ихтиологические исследования (Ф. С. Замбриборщ), лечебные грязи (Д. И. Скларук, К. В. Нестеров).

Пересыпь Бурнасского лимана с позиций теории береговедения впервые была обследована специальной береговой экспедицией под руководством В. П. Зенковича в начале 1950-х гг. Совмещенный абразионный участок был определен как «лбище» т. н. «крылатого мыса», а пересыпь лимана — как юго-западное его «крыло». По косвенным признакам скорости абразии были определены как высокие. Так же быстро пересыпь лимана Бурнас надвигается на лиман, захороняя толщу лиманных илов. Тогда же на м. Бурнас Г. Н. Аксентьевым были организованы первые стационарные участки для инструментальных наблюдений за динамикой клифа. И хотя исследования лимана Бурнас продолжались все последующее время, но во все последующие годы объем работ в нем всегда был намного меньше, чем в других лиманах на северо-западном побережье Черного моря.

В 1960–1970 гг. проводилось дальнейшее исследование водного и солевого состояния, в основном для природного обоснования проекта строительства оросительного канала Дунай–Днепр (М. Ш. Розенгарт, Г. И. Швобс, М. Т. Мелешкин, В. Н. Степанов, В. И. Моцаренко, П. А. Кулакова и др.). Согласно проекту, бессарабские лиманы, в т. ч. и Бурнас, должны были превратиться в пресные водоемы, как утверждал ряд крупных ученых, и, как им казалось, вполне убедительно. Пресная вода должна была орошать сельскохозяйственные угодья. «Опреснительные» исследования дали большой фактический материал, позволили проанализировать предыдущие исследования, наметить пути приоритетных работ на будущее. Важно, что появились новые идеи, позволяющие разработать стратегию природопользования, оптимизировать природопользование и минимизировать ущерб от него, сделать более совершенной гармонизацию сис-

темы «человек—природа». Итоги этой многолетней работы были подведены в нескольких монографиях, важнейшей из них явилась книга о лиманно-устьевых комплексах на побережье Черного моря (1988).

С начала 1960-х гг. начались стационарные многолетние геоморфологические исследования пересыпи лимана и сопредельных абразионных берегов (Ю. Д. Шуйский, Г. В. Выхованец, П. Ф. Гожик, А. К. Гранова). Итогом этих работ явилось создание схемы многолетней динамики пересыпей лимана, включая и Бурнас. Комплекс стационарных наблюдений позволил изучить динамику эолового рельефа на песчаных пересыпях и выявить роль песчаных кучугуров в динамической устойчивости пересыпей [5]. Удалось также выявить основные закономерности морфологии и динамики Бурнасского «крылатого мыса» [4]. Позже многолетние исследования динамики абразионных и аккумулятивных форм берегового рельефа дали возможность получить модель численной зависимости скоростей отступления береговой линии от относительного роста уровня Черного моря.

В 1980-х гг. сведения о Бурнасе находим в томе о лиманах монографии о шельфе Черного моря в пределах Украинской ССР [2]. Здесь встречаем сведения о палеогеографических условиях возникновения и формирования Бурнаса, о составе и скоростях накопления донных осадков, о новейшем тектоническом режиме, о геологическом строении и др. Значительное внимание уделяется подземным водам, в т. ч. и минеральным.

В 90-х гг. XX столетия Бурнас практически не исследовался. Были краткосрочные описания берегов и донных осадков, но ничего нового обнаружено не было. Авторы ограничивались использованием старого фактического материала. В начале XXI столетия выполняется серия геохимических и гидробиологических исследований на лиманах Черноморского побережья, но Бурнас они затрагивают в малой степени. Итогом всех этих работ явилось научное обобщение, выполненное в Институте биологии южных морей НАН Украины (2006).

Фактический материал и методы исследований

Для написания данной статьи использовались материалы многолетних маршрутно-экспедиционных и стационарных исследований кафедры физической географии и природопользования Одесского национального университета имени И. И. Мечникова. В сентябре 2007 г. было проведено детальное физико-географическое исследование лимана Бурнас и сопредельных морских берегов. Особенностью этого года является чрезвычайная засухливость и резкое падение уровня воды в лимане ($\approx 0,6$ м ниже ординара).

В период экспедиционных исследований было заложено 7 новых стационарных участков по изучению абразионных берегов лимана, выполнено геоморфологическое профилирование кос и прирастающих ветровых осушек в акватории лимана (всего 18 профилей по 150–200 м), с использованием комплекта для ручного бурения пробурено 6 скважин на косах с максимальной длиной керна в одной скважине до 6,3 м, пробурено 5 скважин по поперечному профилю на осушке в лимане с глубиной скважины до 2,10 м, отобраны пробы наносов по поперечному профилю на поверхности кос и пересыпи (всего 48 проб). Такая плотность станций обозначает масштаб 1:25000.

В акватории лимана отработано 18 «океанологических» станций, которые равномерно располагались по всей площади акватории лимана. На каждой стан-

ции производилось измерение температуры, солености и плотности лиманной воды, содержание взвеси у поверхности и придонном горизонте, прозрачность воды, отбирались пробы донных отложений. На стационарных участках на пересыпи лимана и на коренном абразионном берегу выполнены повторные съемки и выполнено сопоставление результатов за период с 1973 г.

Основные результаты

Происхождение и рельеф лимана. Лиман Бурнас сформировался в результате затопления устьевой области реки Алкалия при относительном трансгрессивном поднятии уровня моря в голоцене. В настоящее время дамбой, по которой проложена дорога, он разделен на две неравнозначные части: озеро Соленое и собственно лиман Бурнас. Длина береговой линии лимана составляет 21 км. Из них 11,5 км приходится на абразионные, 3,8 км — пересыпь лимана, 5,7 км — аккумулятивные берега внутри лимана (рис. 2).

Берега лимана сложены однородной толщей глинистых пород (лесс, суглинки, глины). Высота их колеблется от 1–2 м до 18–20 м. Клифы на левом (восточном) берегу выше (13–20 м), чем на правом (западном) берегу (1–15 м). Они активно разрушаются по всему периметру лимана, о чем свидетельствуют шлейфы свежих обвалившихся пород и обвалившиеся ряды деревьев возрастом до 30–40 лет.

Механизм разрушения клифов следующий: при нагонном уровне лимана происходит смачивание нижней части клифа. При смачивании глинистые породы набухают и теряют свою прочность, разделяясь на отдельные агрегаты. Под давлением вышележащих слоев пород они могут выдавливаться и разрушаться лиманными волнами либо сразу разрушаться. Затем происходит обрушение клифа. Следует отметить также тот факт, что даже при низком уровне лимана, когда не происходит непосредственного контакта клифа с водной средой, нижняя часть клифа остается влажной. Такое явление связано с тем, что илистые наносы на осушках и дне лимана водонасыщены. Поэтому влага по порам постоянно подтягивается и смачивает нижнюю часть клифа. Со временем обрушившиеся породы во время волнений в лимане и при высоком уровне воды размываются, тончайшие глинистые частички переходят в водную взвесь и затем разносятся по всей акватории лимана. В период штиля, когда течения в лимане крайне слабы, взвешенные частички оседают на дно, вызывая его обмеление. Пляжи у подножия клифов отсутствуют, так как глинистые породы содержат мизерное количество (до 2–7%) пляжевых наносов и им не из чего сформироваться.

Наряду с абразионными формами рельефа, для береговой зоны лимана характерны и аккумулятивные формы. Прежде всего, лиман отгорожен от моря песчаной Бурнасской пересыпью. Длина ее 3,8 км от корневой части мыса Бурнас до линии раздела друг от друга озер Бурнас и Курудиол косой Камчатский Рожок. Береговая линия пересыпи со стороны моря относительно выровненная. Местами она осложнена оффсетами и пляжевыми фестонами. Береговая линия со стороны лимана имеет причудливые очертания, выделяются микроострова и полуострова, разделенные микрозаливами. Ширина пересыпи колеблется в значительных пределах — от 70–80 м до 300–350 м. На поверхности пересыпи четко прослеживаются три геоморфологические зоны — морская, эоловая и лиманная (рис. 3). Каждая из этих зон имеет собственный путь развития и индивидуальную структуру, но все они тесно связаны между собой.

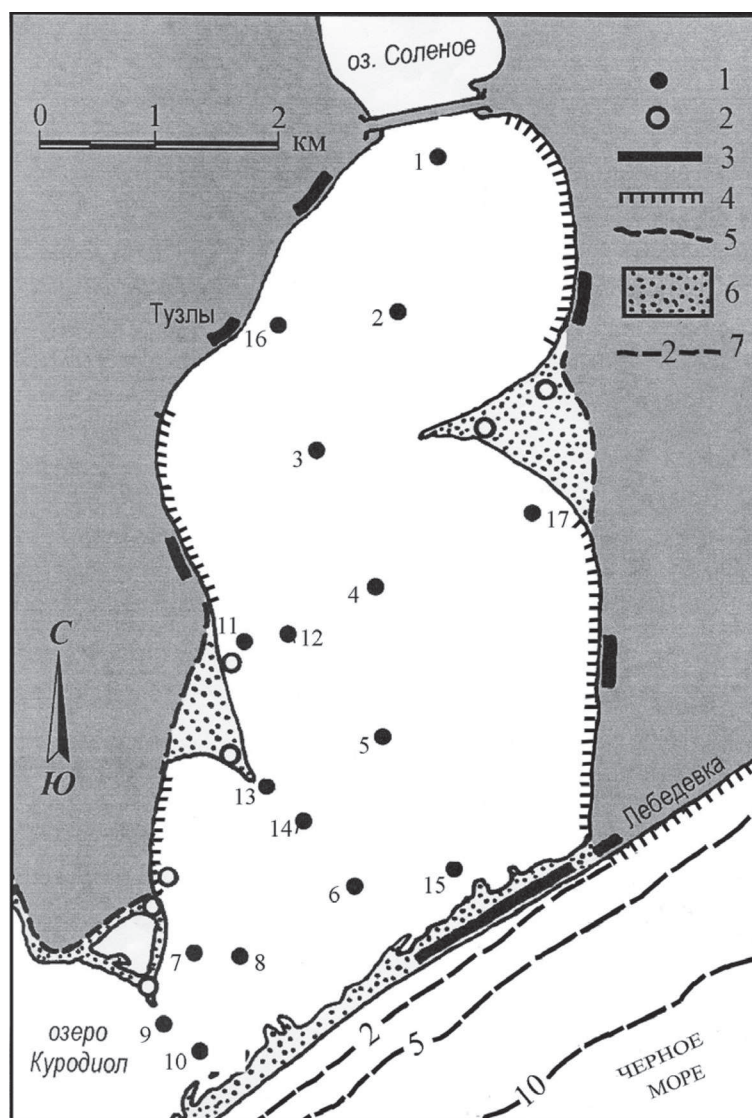


Рис. 2. Схема расположения исследовательских станций в лимане Бурнас и его берега. Условные обозначения: 1 — станции и их номера; 2 — точки бурения; 3 — стационарные участки на абразионных берегах; 4 — расположение клифов и бенчей; 5 — отмерший клиф; 6 — аккумулятивные формы берегового рельефа; 7 — изобаты с указанием глубин, метры

Морской пляж протянулся сплошной полосой вдоль всей изученной нами пересыпи. Он представляет собой элементарную первичную аккумулятивную форму, созданную морским прибоем и сложенную наносами «волнового поля». Является наиболее динамичной формой берегового рельефа. Верхняя граница пляжа маркируется максимальным заплеском наиболее крупных штормовых волн во время влияния ветро-волнового нагона морской воды. В условиях северо-западной части Черного моря высота равна до 1,50–1,75 м над средним

уровнем моря. Там, где сохранились эоловые формы («кучугуры»), эта граница проходит у подножия кучугуров со стороны моря. Нижняя граница пляжа проходит на приурезовой части подводного склона, на глубине, равной 0,6 высоты средней штормовой волны.

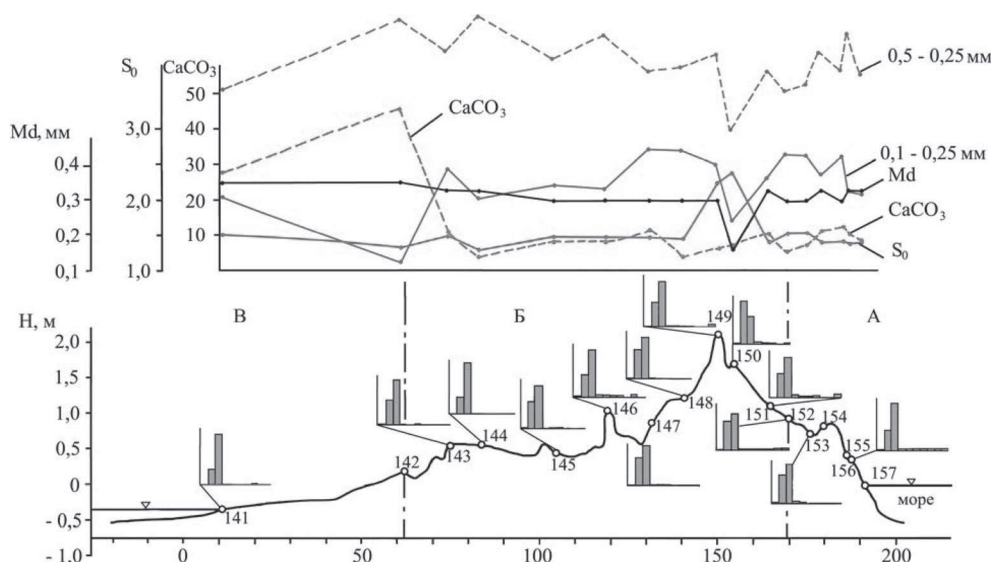


Рис. 3. Распределение основных гранулометрических характеристик над поперечным профилем Бурнасской пересыпи: А — морской пляж; Б — эоловая зона; В — лиманная зона: S_0 — коэффициент сортировки; Md , мм — медианный диаметр, $CaCO_3$ — содержание карбонатов. На гистограммах показано распределение гранулометрического состава наносов

Ширина морского пляжа B_n колеблется в значительных пределах — от 10 м до 25 м. Самые широкие пляжи приурочены к выступам офсетов, а самые узкие — к вогнутостям берега. Поверхность пляжа в основном плоская, вогнутая, без каких-либо существенных форм мезорельефа. На большей части протяжения пересыпи они тыльной частью примыкают к подножию гряды «кучугуров». В местах прорыва пересыпи штормовыми волнами сформировались очень низкие двухсклонные пляжи «полного профиля». Высота пляжа H_n , так же, как и ширина, меняется от места к месту от 0,7 м до 1,0 м.

Со стороны моря береговая линия пересыпи очень динамична, характеризуется частыми горизонтальными возвратно-поступательными движениями. В среднем за многолетний период (десятки лет) итоговое смещение направлено в сторону суши. Эта динамичность обусловлена тем, что пересыпь сочленяется с коренным активным берегом и представляет собой «крылатый мыс». Смещение всего контура берега происходит в целом и относительно равномерно вдоль абразионного и аккумулятивного берега [5]. На фоне этой равномерности более детальные движения могут быть с разной скоростью и знаком на разных небольших отрезках берега. Песчаная пересыпь более подвижна, чем абразионный клиф и сопредельный бенч. Итоговые скорости отступления пересыпи в течение многих десятков лет контролируются характером отступления абразионного берега. В корневой части пересыпь синхронно отступает с клифом, и их скорости подобны — 4,4 м/год за многолетний период 1963–2007 гг. С удалением от клифа

на юго-запад пересыпь отступает все медленнее. Так, в 4 км от мыса она снижается уже до 2,8 м/год [4].

Источником наносов, питающим береговую зону (в том числе и пляжи), является абразия клифов и бенчей, причем также и значительно северо-восточнее м. Бурнас. На участке берега между Днестровской пересыпью и Жебриянской бухтой эти формы сложены в основном лессовидными суглинками и шоколадными плиоценовыми глинами, содержащими малое количество наносов волнового поля ($\leq 1-3\%$) [5]. Наносы волнового поля представлены песчаными фракциями ($\geq 0,1$ мм), редко встречаются карбонатные стяжения («журавчики»). Вторым важным источником наносов являются створки раковин отмерших моллюсков.

В соответствии со структурой источников питания, пляжи вдоль пересыпи сложены мелко- и среднезернистыми песками с примесью раковин и детрита моллюсков (рис. 3). Наиболее крупные фракции пляжевых наносов (0,30–0,75 мм) сконцентрированы в приурезовой полосе. По мере продвижения вверх по пляжу размеры зерен наносов уменьшаются за счет увеличения содержания фракции 0,25–0,10 мм, в среднем на 10–15%. Здесь нередко встречаются также и обломки «карпатской гальки». Часть наносов удаляется ветром с пляжа в сторону лимана и даже на дно самого лимана.

Эоловая зона занимает среднюю полосу вдоль осевой линии пересыпи лимана, выше морского пляжа, наиболее удаленная от моря и от лимана, и представлена «кучугурами» и бугристыми песками. Здесь гряда «кучугуров» во многих местах прорвана морскими водами во время сильных штормов на море. Самый большой проран, шириной около 150 м, сформировался в корневой части пересыпи, возле клифа, в месте его сочленения с коренным абразионным берегом. Здесь эоловая зона фактически отсутствует, а пересыпь представляет собой пляж полного профиля с высотой не более 1,0 м над средним уровнем моря. Запасы наносов минимальны и пересыпь крайне нестабильна.

К тому же на прикорневом участке пересыпи действует активное антропогенное влияние. Оно выражается в вывозе песка для строительных нужд, непрерывным нарушением механизма формирования кучугуров колесным и гусеничным транспортом, вытаптыванием приезжими отдыхающими. Все это препятствует росту эоловых форм, и соответственно на этом участке даже слабые волнения переплескивают пересыпь и нивелируют ее поверхность. Там, где еще сохранились «кучугуры», высота их небольшая, не более 0,5–0,7 м. На ненарушенных участках они могут возвышаться над поверхностью пляжа на 1,25 м и даже до 1,60 м, а общая высота эоловой зоны над уровнем моря может достигать 2,3–2,6 м на отдельных формах.

Ширина эоловой зоны изменяется незначительно, в основном от 30 до 40 м, но в отдельных местах может быть значительно шире (рис. 3). Поперечный профиль эоловой зоны в общем асимметричный. Морской склон крутой, здесь повсеместно сформирован уступ размыва. Лиманный склон, наоборот, пологий, осложнен эоловыми буграми и валами, плавно переходит в низкую и заболоченную поверхность «лиманной зоны». Эоловая зона покрыта разреженным растительным покровом. Проективное покрытие изменяется от 40–50% на гребне «кучугуров» до 60–70% (максимум 95%) в тыльной части на стыке с лиманной зоной. В травостое преобладает полынь разных видов и камыш, синеголовник, цмин песчаный, песчанка Зоза, колосняк черноморский, донник песчаный, подорожник песчаный. Местами встречаются заросли лоха серебристого в виде кустарников и древовидные.

Источником наносов для эоловой зоны является морской пляж, откуда про-сохшие после шторма наносы перемещаются на поверхность «кучугуров» под действием ветрового потока. Наиболее часто в ветровое перемещение вовлекаются наносы двух фракций — 0,10–0,25 мм и 0,25–0,50 мм, которые в подавляющем количестве слагают морской пляж. В сумме на их долю приходится 75–90% [1]. Содержание фракции 0,10–0,25 мм в эоловой зоне на 10–15% больше, чем на морском пляже, в то время как содержание фракции 0,25–0,50 мм остается практически неизменным. Поэтому суммарное содержание этих фракций также увеличивается до 85–95%. Во время штормов относительно однородный песчаный состав наносов в кучугурах может нарушаться примесями целой ракуши и раковинного детрита.

Лиманная зона является в общем наиболее широкой и обширной. Она широкой полосой оконтуривает тыльную часть пересыпи. Ее ширина колеблется в значительных пределах от места к месту от 60 м до 130 м. Характерно частое чередование узких и широких участков. Лиманная зона очень низкая — всего лишь 0,1–0,25 м, в отдельных местах приурезовые валы возвышаются до 0,5 м над средним уровнем лимана. Очень часто во время действия сильных северных (нагонных) ветров у пересыпи формируется нагон лиманных вод, что приводит к ее затоплению. Частая обводненность благоприятствует развитию заболоченности. Типичной является галофитная растительность, и ее проективное покрытие достигает 90–100%.

Источниками наносов для формирования лиманной зоны являются наносы, поступающие во вдольбереговых потоках в лимане, а также наносы, поступающие с подводного склона моря и морского пляжа под действием ветропесчаного потока и во время штормовых прорывов пересыпи. Для этой зоны характерно уменьшение на 15–25% наносов фракции 0,10–0,25 мм и рост содержания наносов фракции 0,25–0,50 мм и менее 0,10 мм. Мелкие фракции в большом количестве поступают из акватории лимана, а крупные растут за счет створок раковин, которые в большом количестве распространены на мелководьях у пересыпи.

Внутренние косы лимана. Аккумулятивные формы развиты и в самом лимане, несмотря на крайнюю мелководность лимана и нередкое высыхание воды в лимане. В акваторию выдвигаются три косы (рис. 2). Источниками наносов для их питания являются глинистые клифы и бенчи, а также песчанистые илы на дне лимана. При мобилизации осадочного материала формируются в основном однонаправленные илисто-ракушечные потоки (с примесью песка) наносов в самом лимане. В соответствии со слабой продуктивностью источников питания потоков осадочного вещества и гидродинамическим режимом в лимане, мощности потоков весьма и весьма небольшие. И соответственно им к настоящему времени образовались небольшие параметры кос — мощность осадков, ширина, длина. Как следствие, эти косы являются малоподвижными, малодинамичными.

К югу от пос. Тузлы сформировалась коса на участке берега, где происходит падение наносодвижущей энергии лиманных волн вследствие изменения экспозиции берега [3]. В результате величины волновых давлений и скорости волновых течений уменьшаются, снижается наносодвижущая способность волнового потока и наносы начинают аккумулироваться. Коса выдвинута в лиман на расстояние 1,25 км и отгораживает небольшой залив от остальной части лимана. На разных участках этой формы ширина косы составляет от 20 до 40 м, высота

от 0,6 до 0,8 м над средним уровнем воды. Поперечный профиль косы асимметричный, тыльная часть более пологая (0,20–0,46), равномерно снижающаяся в сторону залива. Фронтальная часть косы более крутая (0,48–0,56), с четкой маркировкой приурезовых валов разных уровней (рис. 4).

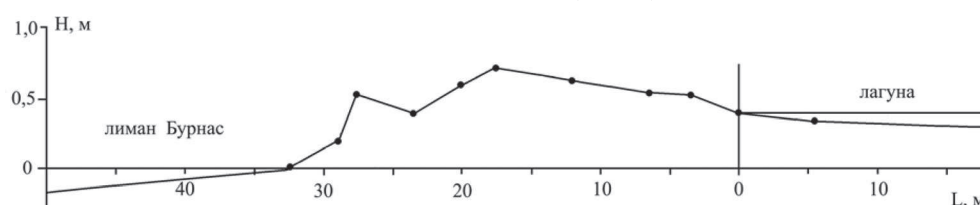


Рис. 4. Поперечный профиль через косу-стрелку, расположенную в Бурнасском лимане к югу от пос. Тузлы

Две другие косы, по сути, являются стрелками — косами двухстороннего питания. Они получают наносы за счет разгрузки двух встречных потоков и представляют собой растущие навстречу друг другу две косы. Между обеими ветвями образуется лагуна треугольной формы. Одна из кос-стрелок отгораживает лиман Бурнас от лимана Курудиол. Она характеризуется асимметричной формой. У нее левая часть шире (33,0–48,0 м) и мощнее (7,88–10,12 м³/м), чем правая. У правой части размеры соответственно равны 17,5–33,0 м и 4,40–5,90 м³/м. В то же время высота обеих кос мало отличается: в наиболее высокой части достигает 0,37–0,40 м.

Косы на правом (западном) берегу покрыты разреженной травяной растительностью. Проективное покрытие достигает 50–55%. Пониженные участки покрыты солеросами, солянками и другими галофитами, а возвышенные — различными видами полыни, кермеком и др.

От средней части левого (восточного) берега перпендикулярно ему во внутреннюю часть лимана уходит вторая коса-стрелка. Она по всем параметрам значительно превосходит косы на правом берегу. Она так же асимметрична, южная ее составная часть шире (40–75 м) и выше (1,00–1,25 м) в сравнении и северной, параметры которой соответственно равны 25–27 м и 0,70–0,90 м. Объем наносов, заключенных в косах в разных ее частях, колеблется от 4,24 м³/м (оголовка косы) до 47,80 м³/м (в месте сопряжения западной и восточной кос). Морфологическое строение южной косы-стрелки сложное. Здесь на поперечном профиле четко прослеживается несколько генераций кос, которые веерообразно расходятся от оголовка косы. Они маркируют стадии развития кос после верхнеголоценовой стабилизации уровня моря и лимана. Поверхность валов покрыта густой травянистой растительностью. Проективное покрытие достигает 80–90%. В травостое преобладает полынь, ковыль, кермек и др. Межваловые понижения плоские, при высоком стоянии уровня затапливаются, покрыты редкими солеросами и тонкой (до 3 мм) соляной коркой. Часто понижения сложены илом и песчаным илом.

Источником наносов для формирования кос в лимане являются абразия берегов лимана и створки раковин моллюсков, как указывалось выше. Мобилизованный осадочный материал вовлекается в перенос водами лимана и отлагается в строго определенных условиях падения наносодвижущей способности. Поэтому все косы в лимане сложены илисто-ракушечным материалом. Цоколем кос являются илистые наносы, на которые насажены раковины и детрит мол-

люсков. Поэтому данные косы и серия валов, их образующих, представляют собой очень небольшие очаги распространения чениеров [3, 5]. Гранулометрический состав наносов очень пестрый. В местах скопления ракушки преобладает фракция 3–5 мм, а там, где залегает детрит, — 1–2 мм. Видовой состав моллюсков однообразный, преобладает кардиум.

Рельеф лиманного дна. Дно лимана выровненное, по центру плоское, в целом корытообразное. Каких-либо элементов значительного вертикального расчленения или положительных возвышений не обнаружено. Поперечный профиль слабо асимметричный, с небольшим смещением глубин к правому (западному) берегу. Мощный слой илистых отложений (более 5 м, по данным бурения) перекрывает неровности первичного исходного коренного рельефа котловины лимана. В общем можно сказать, что наибольшие глубины характерны для осевой части лимана, к которой приурочена основная трасса стока сгонно-нагонных вод при сильных ветрах северных или южных (продольных) румбов. Здесь перепад глубин составляет не более 0,50 м.

В рельефе четко прослеживаются две слабоврезанные котловинообразные депрессии, которые разделены между собой перемычкой, отходящей от восточной косы. Северная депрессия располагается к северу от восточной косы и имеет максимальную глубину 0,89 м (на период сентября 2007 г.). Южная котловина располагается к югу от косы и имеет максимальную глубину 1,0 м, которая является также и максимальной для всего лимана. Согласно литературным данным [2], при нормальном наполнении лимана водой максимальная глубина лимана Бурнас составляет 1,6 м. Следовательно, под влиянием повышенной интенсивности испарения падение уровня воды достигло 0,6 м, что подтверждается нивелировочными профилями.

Источники и соленость воды в лимане. Объем воды в чаше лимана определяется притоком морских вод через прорывы во время штормов, фильтрацией воды из моря через песчаную толщу пересыпи, поверхностным и подземным стоком. Среди всех этих факторов ведущая роль принадлежит поступлению вод из моря. Роль подземного и поверхностного стока ничтожно мала, так как в последние десятилетия сток реки Алкалия незначительный и составляет в среднем 0,13 л/с [2].

По данным разных авторов, в разные годы соленость лимана Бурнас варьировала в значительных пределах — от 20‰ до 140‰. Следует отметить тот факт, что кондиционная океанологическая съемка лимана до 2007 г. не проводилась. Выполнялись единичные замеры в одной-трех точках и, естественно, они не могли достоверно отразить соленость всего лимана. В 2007 г. распределение солености поверхностных вод лимана характеризовалось ее снижением в направлении с севера на юг и от берегов к центру лимана. Максимальные значения зафиксированы в северо-восточной части лимана (71,189‰) и у косы южнее пос. Тузлы (71,316‰). Минимальные значения (менее 69‰) отмечались в юго-западной части на границе с лиманом Куродиол.

Придонная вода несколько солонее (67,991–73,486‰), чем поверхностная. Ее изменчивость в плане имеет такую же закономерность, как и у поверхностной: происходит снижение с севера на юг и от берегов к центру лимана. Максимальные значения (71,189–73,486‰) зафиксированы к северу от восточной и западной кос, а минимальные (менее 69‰) — в южной части. Здесь параллельно пересыпи существует широкая зона с наиболее низкими значениями солености. Низкие значения солености воды лимана у пересыпи связываются нами с ин-

фильтрацией морских вод сквозь песчаную толщу пересыпи. Все эти данные, как можно заметить, четко отражают строение и физико-географические особенности лимана Бурнас.

Более подробную характеристику солености вод данного лимана см. в статье П. С. Вержбицкого с соавторами в этом выпуске нашего журнала.

Выводы

1. Берега лимана активно разрушаются. Разрушение происходит даже при низком стоянии уровня воды в лимане, т. к. постоянно происходит подтягивание вод по порам легких глинистых пород к нижней части клифа. Постоянное смачивание нарушает устойчивость лесса, супесей и суглинков, и под давлением вышележащих толщ они разваливаются.

2. Пересыпь, отгораживающая лиман Бурнас от моря, отступает в сторону суши вслед за сопредельным абразионным клифом. Скорости ее отступления контролируются скоростями отступления клифа. По мере удаления от клифа скорости ее отступления уменьшаются.

3. В акватории лимана широко развиты аккумулятивные формы рельефа — косы. В соответствии с источниками питания и мощностями вдольбереговых потоков осадочного материала их размеры малы (особенно высота и ширина), в сравнении с размерами пересыпи. Сложены аккумулятивные формы илисто-ракушечным материалом и песчанистыми илами. Косы покрыты травянистой растительностью. Проективное покрытие у кос на восточном берегу в 2 раза больше, чем у кос на западном.

4. Как в поверхностном, так и в придонном слое соленость воды снижается в направлении с севера на юг и от берегов к осевой части лимана. Зоны повышенной солености формируются к северу от восточной и западной кос. В южной части лимана у пересыпи зафиксирована зона с наименьшими значениями солености, сформированная инфильтрацией морских вод в лиман сквозь пористую песчаную пересыпь.

5. В течение последних двух-трех столетий происходит постоянное изменение площади лимана Бурнас. Отступление его песчаной пересыпи и смещение в сторону суши приводят к уменьшению площади. Абразия берегов лимана и относительное повышение уровня в Черном море приводят к росту площади лимана.

Литература

1. Выхованец Г. В. Эоловый процесс на морском берегу. — Одесса: Астропринт, 2003. — 368 с.
2. Геология шельфа УССР. Лиманы / И. И. Молодых, В. П. Усенко, Н. Н. Палатная и др. — К.: Наукова думка, 1984. — 176 с.
3. Морская геоморфология. Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения / Науч. ред. В. П. Зенковича и Б. А. Попова. — М.: Мысль, 1980. — 280 с.
4. Шуйский Ю. Д. О современных процессах развития прибрежной зоны Черного моря в районе мыса Бурнас // Инженерная геология. — 1991. — № 4. — С. 42–50.
5. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в северо-западной части Черного моря. — М.: Недра, 1989. — 198 с.

Г. В. Вихованець¹, Л. В. Гижко¹, П. С. Вержбицький², О. О. Стоян¹, О. О. Гижко¹, О. Б. Муркалов³

Одеський нац. університет імені І. І. Мечникова,

¹кафедра фізичної географії та природокористування,

²кафедра інженерної геології та гідрогеології,

³кафедра ґрунтознавства та географії ґрунтів

вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИМАНУ БУРНАС НА ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОМУ УЗБЕРЕЖЖІ ЧОРНОГО МОРЯ

Резюме

Восени 2007 р. виконувалася фізико-географічна зйомка лиману Бурнас. Було відроблено 18 станцій на акваторії, що становило 1 станцію на 1,4 км² площі, або в масштабі 1:25000. На кожній станції вимірювалися величини глибини дна, прозорості, температури, солоності, каламутності, наявності рослин та тварин. Були набрані зрізці донних осадків на кожній станції. Зроблено аналіз отриманих матеріалів, їх статистична обробка. Побудовані карти розподілу на акваторії тих фізико-географічних характеристик, які були вивчені, та графіки зв'язку між окремими характеристиками.

Ключові слова: Бурнас, лиман, вода, кліф, пляж, пересип, коса, наноси.

G. V. Vykhovanets¹, L. V. Gyzhko¹, P. S. Verzhbitskiy², A. A. Stoyan¹, A. A. Gyzhko¹, A. B. Murkalov³

National Mechnikov's University of Odessa,

¹Physical Geography Department,

²Geology Engineering & Hydrogeology Department,

³Soil Sciences & Soil Geography Department,

2, Dvoryanskaya St., Odessa-82, 65082, Ukraine

PHYSICAL-GEOGRAPHICAL CHARACTERISTIC OF BURNAS LIMAN ON THE NORTH-WESTERN COAST OF THE BLACK SEA

Summary

During September 2007 physical-geographical survey was accomplished on the Burnas Liman aquatory and bottom. In total, 18 stations were elaborated with scale 1:25000, or 1 station for 1,4 km² square. On the every station were measured the bottom depth, transparency, temperature, salinity, water dust concentration, composition of the bottom sediment, availability of algae and water animals, shore relief. On every station, samples of bottom sediment were selected within all aquatory of the liman. Analysis, statistic and computer elaboration of the received materials were made in the laboratory. Corresponding maps of investigated physical-geographical characteristics and different graphs were composed and estimated.

Keywords: Burnas, liman, water, cliff, beach, barrier, spit, sediment.