

УДК 551.435.36 + 551.282.05 (262.5)

Ю. Д. Шуйский, доктор геогр. наук, проф.

Г. В. Выхованец, доктор геогр. наук, проф.

Л. В. Гыжко, преподаватель

А. Б. Муркалов, ст. преподаватель

кафедра физической географии и природопользования,

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,

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

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ БУДАКСКОГО ЛИМАНА НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Будакский лиман относительно невелик (длина около 17 км, максимальная ширина 2,5 км, площадь в среднем 31 км²), подвержен значительному антропогенному прессу и имеет важное хозяйственное значение. Кондиционная съемка лимана включала 71 станцию (1 станция характеризует 0,44 км² акватории). На этом основании были построены карты рельефа дна, прозрачности, мутности воды, температуры, солености на поверхности и в придонном горизонте, выполнен анализ рельефа песчаной пересыпи лимана. Обнаружены основные закономерности развития природной системы лимана.

Ключевые слова: Черное море, побережье, лиман, рельеф, вода, пересыпь, температура, соленость.

Введение

Для организации территории (акватории), минимизации повреждений природным системам, оптимизации природопользования, сохранения ландшафтного и биологического разнообразия нужно получать все более детальный и совершенный географический материал. В равной мере такие требования относятся и к Будакскому лиману как важному источнику природных ресурсов. Таким образом, существует непрерывная потребность в материале исследований на фоне все более сложного использования природных ресурсов. Вот почему выполненные нами работы являются *актуальными*.

Предметом исследования являются закономерности географического расположения ряда природных характеристик на мелководной акватории небольшой площади. *Объектом* исследования является Будакский лиман в составе северо-западного побережья Черного моря (рис. 1).

Целью представленной статьи являются исследования закономерностей распространения по площади ряда физико-географических характеристик на мелководной акватории Будакского лимана на северо-западном побережье Черного моря. Для достижения цели работы нужно решить *следующие задачи*: а) краткий ретроспективный анализ исследований рельефа дна лимана, прозрачности, температуры и солености лиманной воды; б) анализ закономерностей распределения глубин на всей площади лимана; в) закономерности распространения прозрачности лиманной воды; г) характерные особенности распределения температуры и солености толщи

воды лимана в условиях относительно высоких погодных температур. Для решения основных задач статьи широко использовалась географическая информация других авторов и картографические материалы. Полученные результаты планируется применить для оптимизации природопользования и минимизации вредного влияния антропогенного фактора. Таким образом, работа имеет важное *практическое значение*. Исследование различных физико-географических характеристик Будаковского лимана, которые ранее рассматривались редко или вовсе не рассматривались, создает благоприятные предпосылки для будущего усовершенствования теоретических положений эволюции лиманного типа берегов и лимнологии. В этой связи статья имеет и определенное *теоретическое значение*.



Рис. 1. Схема расположения изученных лиманов на северо-западном побережье Черного моря, Будаковский лиман — 10. Остальные лиманы: 1 — Сасык; 2 — Бол. Джентшей; 3 — Мал. Джентшей; 4 — Шаганы; 5 — Карачаус; 6 — Алибей; 7 — Ходжидер; 8 — Курудиол; 9 — Бурнас; 11 — Днестровский; 12 — Сухой; 13 — Хаджибейский; 14 — Куяльницкий

В полевых и камеральных работах, кроме авторов статьи, принимали участие А. А. Стоян, А. А. Гыжко, П. С. Вержбицкий, Н. А. Роскос, Л. В. Орган. Всем им авторы выражают глубокую благодарность за помощь в исследовании Будаковского лимана.

Материалы и методика исследований

Первичные материалы исследований были получены во время выполнения океанографической съемки на акватории всего Днестровского лимана в масштабе 1:25000, которая сделана в сентябре 2007 г. (рис. 2). Суммарно выполнена 71 станция на площади акватории, равной 31 км² (без прибрежных плавней). Это разрешило охватить одной станцией в среднем 0,44 км² площади лимана, т. е. четырехугольник со сторонами 0,1×0,44 км. Такое апробирование разрешает оценить содержимое съемки для 1:25000. Как видим, данная плотность съемки никогда не применялась на Будаковском лимане, а потому стало возможным получить более достоверные и детальные результаты в сравнении с работами предшественников.

Местоположение гидрологических станций определялось ручным секстаном СНО-Т по ориентирам на берегу (церкви и башне телефонной сети), вынесенным на карту (рис. 2). Результат дублировался прибором GPS. Каждая станция выносилась на карту с помощью протрактора ПРМ № 85145 по измеренным углам и с помощью расчетов по данным GPS. На каждой станции выполнялось несколько измерений ряда природных черт лимана, таких как: глубина, прозрачность воды, температура воды на поверхности и возле дна, соленость воды на поверхности и возле дна, концентрация взвешенных наносов и $C_{орг}$ на поверхности и возле дна. Отбирались образцы донных наносов с дальнейшим водным и ситовым анализом, со статистической обработкой, определениями параметров ветровой волны. В условиях мелководного лимана глубины измерялись жесткой рейкой, которая была разграфлена через 1 см. Прозрачность измерялась диском Секки ДБ-79 с показателями цвета воды с помощью стандартной шкалы цветности. Температура воды определялась термометрами с фиксацией обозначений для интервала 0–35 °С, с ценой деления 0,1°. Соленость рассчитывалась по значениям плотности при имеющейся температуре с измерениями ареометром для воды с соленостью от 0 до 50‰. Образцы воды для измерения взвешенных наносов, органического вещества, плотности и солености воды были отобраны бутылкой-батометром ГРБ-1/75, которая имела объем 1 дм³. Содержание взвешенных наносов было получено фильтровальным прибором Куприна ГР-60 № 07 с применением вынужденного пропуска мутной воды. Вес образцов и навесок измерялся на электронных лабораторных весах SNUG II–300 (Jadever). Образцы донных наносов лимана получены с помощью грунтового щупа колонкового ГР-К-69 и донного малого дночерпателя Петерсона Д-0,025 м³. Работы выполнялись на деревянной рыбацкой лодке длиной 7 м и с осадкой 0,3 м.

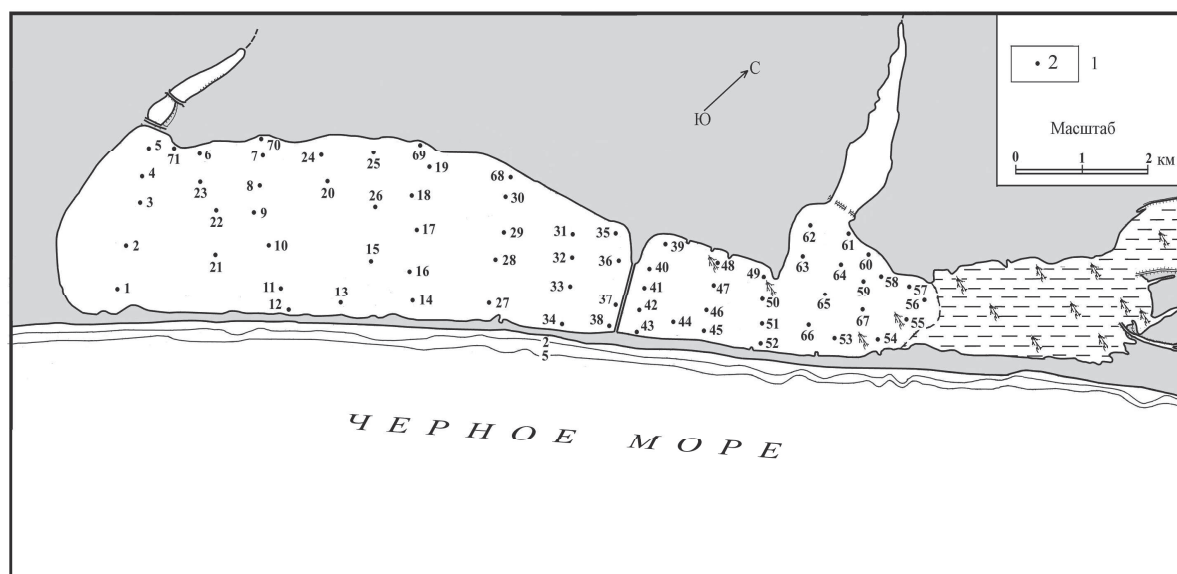


Рис. 2. Расположение гидрологических станций на акватории Будаковского лимана по данным съемки в июне — июле 2008 г. 1 — станция и ее номер

В этой работе излагаются не все, а лишь часть полученных результатов. Это материалы о распределении глубин, величин прозрачности, солености и температуры лиманной воды, о концентрациях взвешенных наносов на площади Будаковского лимана, о закономерностях их возможного взаимодействия. Результаты исследования других компонентов природы лимана представляются участниками экспедиции в других статьях.

На рабочую карту-кальку были нанесены все станции, которые были отработаны на площади акватории лимана (рис. 2). Потом эти же станции были вынесены с пометками глубин, солености, прозрачности и температуры воды, содержания взвеси и др. Со временем полученные значения были заложены в компьютер, и с помощью программы «Статистика» были получены изобаты, изотермы, изогалины, изолинии равной прозрачности и концентрации взвеси. На пересыпи было выполнено нивелирование поперечных профилей на характерных участках, отражающих реальную ситуацию. Результаты нивелирования были вынесены на график, по которому брались линейные параметры поперечного профиля.

После получения первичного и вторичного эмпирического материала информация была обработана теоретическими методами. Среди них основными были методы систематизации, анализа, картографического, сравнительно-географического. Применялись основные принципы комплексности, системности и пространственно-временного единства.

Анализ и обсуждение материалов исследования

Общая характеристика. Съемка Будаковского лимана выполнена по той же методике, что и Днестровского, Бурнасского, Алибея и др., но с более плотной сеткой на единицу площади. Лиман сформировался из устьев

отрезка голоценового Днестра (рис. 3). Поэтому, в отличие от других, продольная ось этого лимана простирается вдоль, а не поперек генеральной экспозиции морского берега (его пересыпи). В северо-восточной части лимана далеко в сушу вдается Аккембетский залив, а к соседнему Днестровскому лиману примыкает пересыхающий Приморский залив — сейчас он превращается в сплошной покров плавней. От моря лиман отделен узкой пересыпью, сложенной песком с примесью раковинного детрита. Длина пересыпи 17 км, высота до 2,4 м. В естественной части она несет на себе гряду невысоких песчаных дюн (до 1,5 м). Северо-восточная часть пересыпи, со всеми уникальными ландшафтами, претерпела антропогенное уничтожение и превратилась в продолжение поселка Затока.

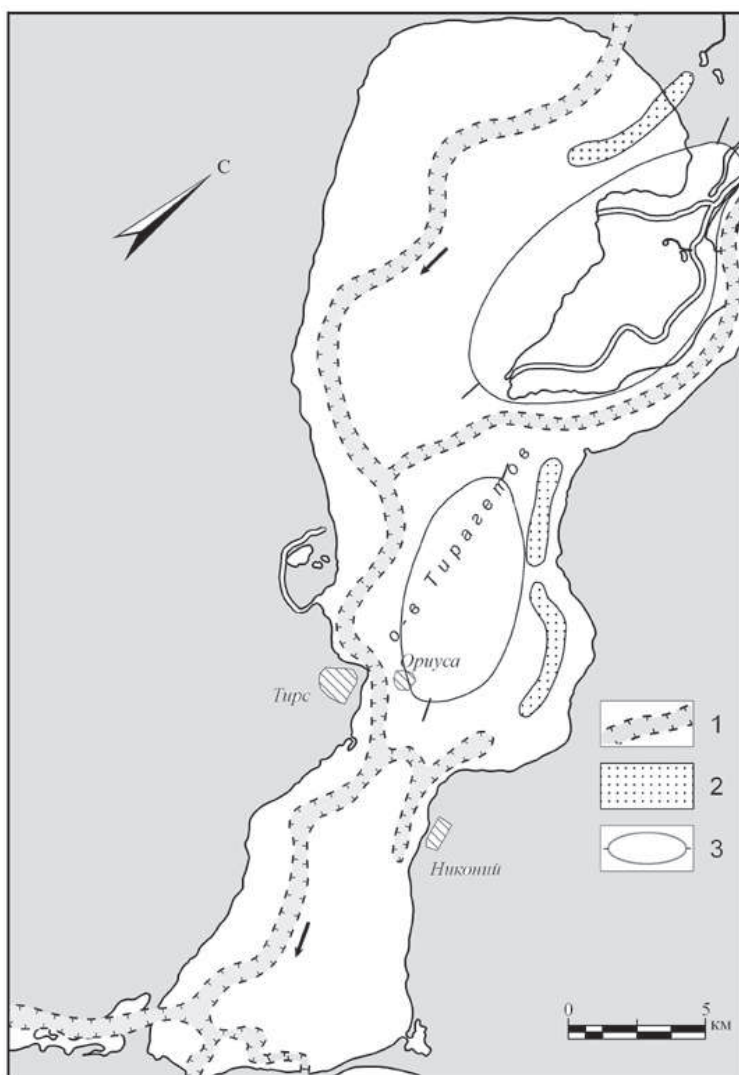


Рис. 3. Палеогеографическая реконструкция Нижнего Днестра на площади современных Днестровского и Будаковского лиманов (схема составлена Г. И. Ивановым, Л. В. Ищенко, М. Ф. Ротарем, Н. Н. Ковалюхом). Условные обозначения: 1 — главные и второстепенные русла Древнего Днестра; 2 — старицы; 3 — мелкие локальные складчатые поднятия с небольшой амплитудой (до 15–25 м). Косая штриховка — античные населенные пункты

По своим размерам Будаковский лиман почти в 10 раз меньше Днестровского, но в 6 раз больше Сухого. Длина лимана вдоль берега составляет чуть более 17 км, максимальная ширина 2,5 км. В этой связи его площадь равна 31 км². Соответственно, объем воды достигает 31 млн м³. В различных работах указывается разная глубина. Так, в книге М. Ш. Розенгурта [13] средняя глубина показана равной 1,1 м, а наибольшая 2,2 м. В книге Л. И. Старушенко и С. Г. Бушуева [18] указывается средняя глубина 1,05 м, а максимальная — 2,2 м. В работах рыбных организаций и Института Биологии южных морей НАН Украины [15] средняя глубина дается равной 1,0 м, а максимальная 2,2 м. Примерно в этих же пределах указывают глубины и другие авторы [6, 10, 12, 19]. Однако почти всегда эти авторы выполняют приближенные измерения, но не применяют кондиционную морфометрическую съемку. Аналогичный подход применяется и к измерениям ряда физико-географических характеристик (прозрачность, температура, соленость и др.). Для преодоления этого пробела, как и у других лиманов, для Будаковского нами будут излагаться достаточно полно изученные величины на основании кондиционной физико-географической съемки [24]. Биологические, химические, метеорологические и др. будем заимствовать в работах других авторов, как и при исследованиях Днестровского, Шаганы, Алибей и других лиманов [7, 22, 24].

Глубины в лимане. По данным выполненных промеров с помощью масштабной рейки (длина 4 м) удалось получить схему распределения глубин и рисунок изобат (рис. 4). Как можно видеть, в лимане по глубинам можно выделить две части: «глубокую» юго-западную и более мелкую северо-восточную. Именно в глубокой части встречены наибольшие глубины $\geq 2,2$ м: на ст. 10, 15 и 18 — 2,20 м, на ст. 17 — 2,22 м, а максимум на ст. 21 — 2,25 м. Эти значения лишь в общих чертах совпадают с полученными другими авторами [18], да и максимум — несколько больше. В мелкой части глубины несколько превышают 1,5 м (1,60 м на ст. 44 и 1,68 м на ст. 46), а почти 70 % площади занято глубинами 1,0–1,5 м. Средняя глубина оказалась равной 1,4 м — также больше (на 33 %), чем приводят другие авторы. Полученные значения указывают на высокую вероятность существенного прогрева воды летом и ее промерзания зимой, высокую степень перемешивания вод при действии ветров, возможность частого повторения небольшой прозрачности и высокой мутности воды. Рельеф окружающей суши и сообщение с соседним Днестровским лиманом указывают на обильное поступление взвешенных частиц, а характер глубин — на высокую вероятность цветения воды.

В обеих частях лимана наибольшие глубины встречены в центре акватории. По-видимому, это связано с поступлением осадочного материала на дно лимана. Наибольшее количество поступает из трех источников. Прежде всего, из соседнего Днестровского лимана по рыбоводным каналам в Приморский залив. К тому же, довольно интенсивный снос обеспечивается стекание поверхностных вод с коренного глинистого берега. Наконец, третьим источником является песчано-ракушечная пересыпь лимана. Во время штормов её переплескивают морские волны, а вместе с водой в лиман вносится и оса-

дочный материал. Во время умеренных и сильных ветров от морской части горизонта в лиман вносится эоловый материал. В этой связи можно утверждать, что наиболее интенсивное осадконакопление затрагивает прибрежную часть лимана, а наибольшие глубины сохраняются в центре акватории.

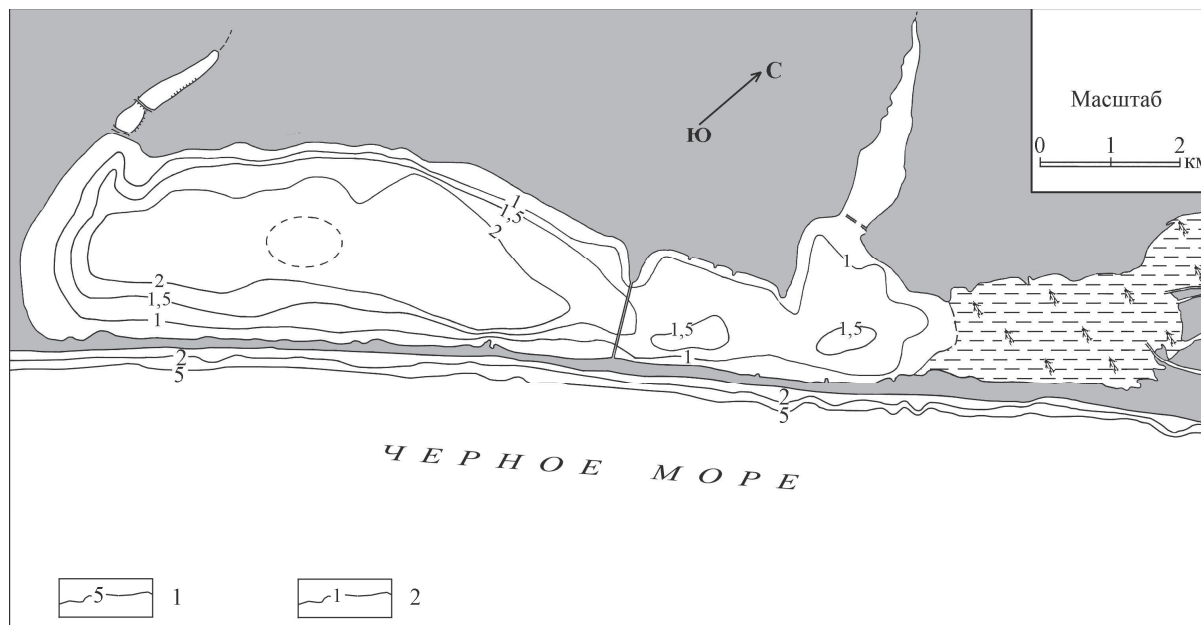


Рис. 4. Картограмма расположения изобат Будаковского лимана по данным прямой батиметрической съемки: 1 — глубины моря; 2 — глубины лимана

Основные динамические свойства лиманной воды. К главным динамическим свойствам нами отнесены прежде всего течения, волны и колебания уровня воды. Поскольку в специальной литературе находятся готовые данные по этому вопросу, то мы будем использовать именно их. Также были использованы конечные количественные математические выражения для расчетов величин течений, волн и колебаний уровня. Часть информации получена авторами во время полевых исследований. Учитывались географические особенности Будаковского лимана: площадь, контуры берега, расположение относительно сторон горизонта, глубина, направления, продолжительность действия и скорости ветра.

Прежде всего, ветровое поле в течение отдельной ситуации покрывает всю акваторию данного лимана. Поэтому нет необходимости выделять области ветрового нагона, области штиля или встречного ветра, области существенного влияния трансформации волн на мелководье. Наиболее близки нашим наблюдениям оказались расчеты по формуле (1):

$$h_p = 0.073 \cdot v_B \cdot \sqrt{\delta \cdot D}, \quad (1)$$

где v_B (w) — скорость ветра, м/с;

δ — крутизна волны, h/l .

При установленной средней глубине 1,4 м и длине разгона над акваторией $D \leq 15$ км по продольной оси лимана могли бы развиваться волны высотой до 1 м. Однако глубины сильно ограничивают размеры волн, их

высота не превышает 0,3–0,4 м, а длина — 2,0–2,5 м. Еще более сильные ограничения для размеров волн складываются и во время действия поперечных ветров по линии ЮВ:СЗ и СЗ:ЮВ. У таких волн фазовая скорость равна 1,7 м/с. Однако орбитальная скорость значительно меньше (в 2,0–2,5 раза), что позволяет развивать относительно небольшую взмучивающую способность у донных осадков. Аналогичные характеристики волн получаются и расчетными методами [3, 20]. К тому же дно сложено в основном илистыми и глинистыми фракциями осадков, которые подвержены влиянию сил сцепления и уплотнения. Вот почему во время даже умеренных ветров, иногда — даже сильных, нельзя фиксировать высокую мутность воды в лимане в условиях весьма небольших глубин (рис. 4).

Конечно, Будаковский лиман имеет гораздо меньшие глубины, чем другие, скажем, Хаджибейский, Тилигульский, Днепро-Бугский или Донузлав. И волны в нем могут развиваться мелкие [3, *стр.* 40]. Но обратим внимание на важную характеристику — на крутизну волны δ . Если неизвестны высота h и длина волны l , то для дальнейшего получения значений h_p воспользуемся формулой (2):

$$\delta = \frac{1}{0,9 \cdot \sqrt{100 + v_B^2}}. \quad (2)$$

По натурным значениям получается, что $\delta \leq 0,3$. Такая волна относится к крутым. Она обладает значительной размывающей способностью при выходе к линии уреза. Однако она себя реализует в качестве «волны размыва» лишь при нагонах, когда повышение уровня воды ведет в соприкосновение водную толщу и морской берег, сложенный глинистыми породами или песком. Во время ветров поверхность лимана покрывается множеством коротких и крутых волн, чем создается исключительно шероховатая поверхность. В этой связи растет полнота реализации касательного напряжения ветрового потока T_k при конкретной скорости ветра w и высоты ветровых волн h_p , от которой зависит коэффициент K_0 . Именно это создает возможность сильных нагонов, согласно (3):

$$T_k = K_0 \cdot w^2 \cdot \cos \alpha_b. \quad (3)$$

Теперь возникает вопрос, в соответствии с формулами Кольдинга, Совершаева и Караушева: какая часть Будаковского лимана в максимальной мере может быть подверженной ветро-волновым нагонам с наибольшими амплитудами, кратковременным ростом уровня воды и значительным волновым влиянием. Особенности развития ветров по направлениям указывают на то, что наибольшей повторяемостью обладают восточные и северо-восточные ветры. Наибольшие скорости бывают при северо-восточных и восточных направлениях действия ветров (рис. 5). Как видим, акватория Будаковского лимана подвержена максимальному влиянию северо-восточных, восточных и северных ветров, создающих в лимане доминирующее продольное генеральное направление к юго-западу. Именно в юго-западной части лимана чаще всего наблюдаются нагоны, особенно — наиболее вы-

сокие [23]. Они обычно превышают ординар акватории на величину ≥ 1 м при длительных (сутки и более) ветрах, согласно прямым измерениям. В этой части лимана у рыбучастка Лобаз образовалась генерация штормовых валов, сложенных плохо окатанной ракушкой с примесью песка, засоленной и покрытой суккулентами. С противоположной стороны лимана, в устье балки Вольной образовалась аккумулятивная терраса и петлевидная коса, длиной около 300 м с небольшим озером посередине. Следовательно, к гидрометеорологическому признаку добавился и геоморфологический, по которому именно юго-западная часть лимана является наиболее динамичной и экологически здоровой.

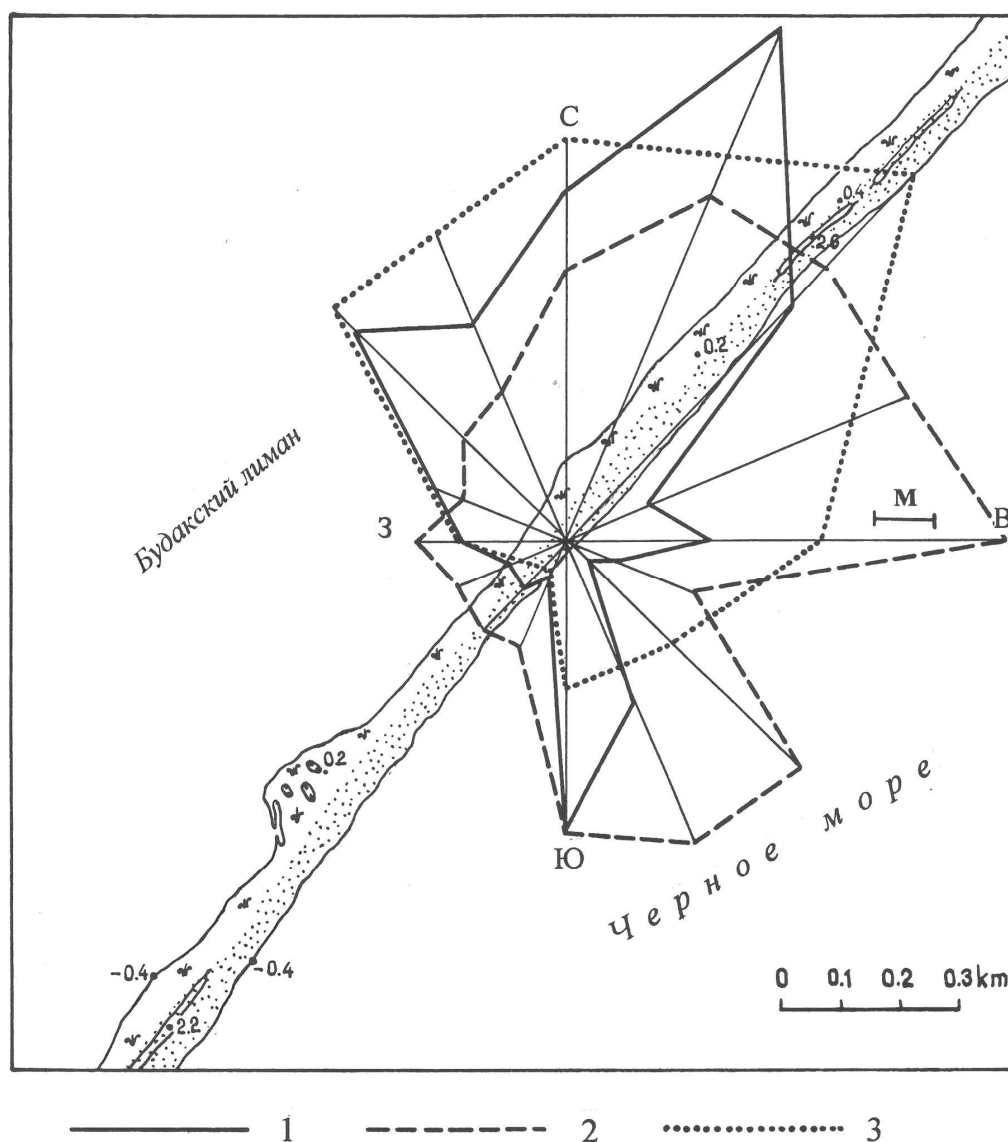


Рис. 5. Розы повторяемости ветра (1), скорости ветра (2) и фактического количества перенесенного песка (3) на песчаной поверхности пересыпи Будаковского лимана. М — масштаб, по которому определяются величины каждой розы: для (1) и (2) — одно деление соответствует 1 % повторяемости и 1 м/с скорости; для (3) — одно деление равно 20 кг/м² перемещенных наносов за время эксперимента (по данным Г. В. Выхованец [4])

Как утверждает В. М. Тимченко [20], поле течений в лиманах контролируется ветровым режимом. Причем токи и скорости течений различны при ветрах разного направления, скорости и продолжительности действия. В цитированной работе, помимо собственных разработок, рекомендуются модели по экспериментам А. С. Судольского, позволяющие рассчитывать направления ветровых и дрейфовых течений, средние скорости, отношения между придонной и средней скоростями, орбитальные скорости и др. При этом учитываются негативные и позитивные превышения уровня, их распределения и гидростатические градиенты. Картирование течений, очевидно, — это дело будущего в Будацком лимане.

Прозрачность воды в лимане. Как и в других лиманах, в Будацком прозрачность измерялась белым диском Секки с постоянной высоты 3 м в точках, показанных на рис. 2 [5, 21, 22]. Измерения проводились на 71 станции по всему лиману и вдоль берега каждые 200 м на глубинах $\geq 0,3$ м. Обобщение полученной информации позволило построить картосхему распределения прозрачности, как и в других исследованных лиманах (рис. 6). В ряде работ встречаем сообщения о крайне низкой прозрачности вод лимана. Так, авторы [13, 14, 15, 20] подчеркивают, что прозрачность в нем составляет 0,26–0,50 м, редко — больше.

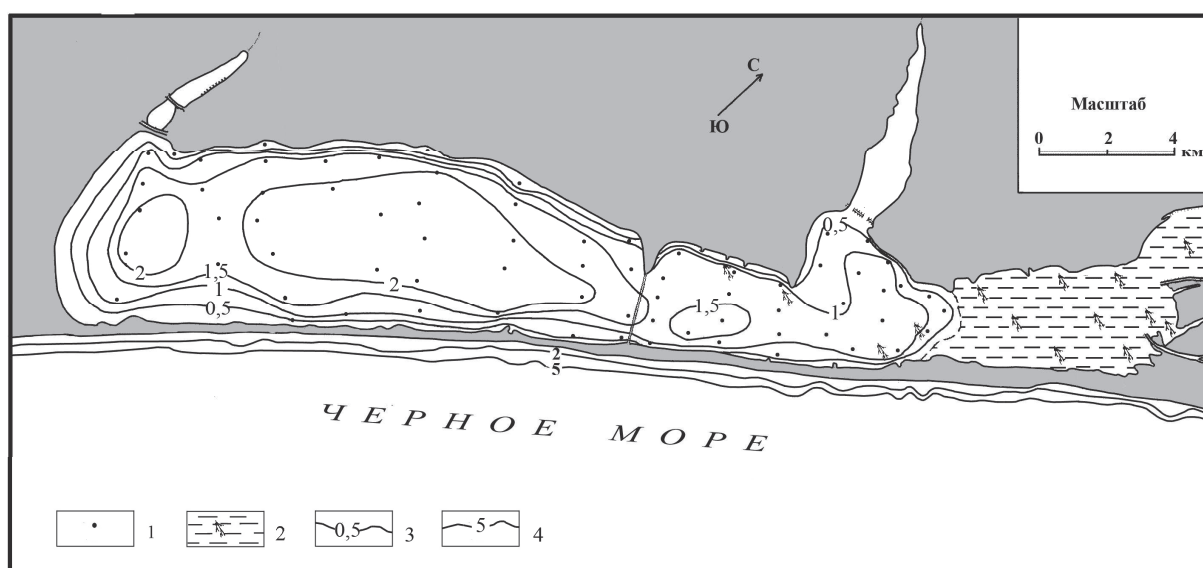


Рис. 6. Картосхема распределения прозрачности воды в Будацком лимане. Условные обозначения: 1 — гидрологические станции; 2 — плавни; 3 — значения прозрачности, м; 4 — глубины моря, м

Как можно видеть на рис. 6, около четверти всей площади Будацкого лимана занято значениями абсолютной прозрачности, что составляет более 2 м. Так, прозрачность 2,2 м была обнаружена на станциях № 10, 15, 18, а на ст. 17 — даже 2,22 м. На 15 станциях прозрачность приближается к значениям максимальных глубин 2 м и глубже, что составляет 21 % всех отработанных станций. На более 80 % всех станций глубина совпадает со значениями прозрачности, причем главным образом в юго-западной, более

глубокой части, вне сильного влияния бытовых сбросов в Затоке. В северо-восточной части прозрачность заметно меньше, чем в юго-западной (рис. 6). Все это указывает на общую существенную осветленность воды в лимане. Как результат, максимальная прозрачность составляет 2,22 м, минимальная 0,27 м, а средняя 1,38 м.

Прозрачность Π (см) растет с уменьшением мутности воды ρ_b (г/см³). При этом учитываются потери массы взвеси при прокаливании (ППП), что обусловлено некоторым ростом прозрачности при снижении органических частиц. Влияние взвешенных наносов связано с рассеиванием световой энергии частицами взвеси и, как результат, с меньшей величиной проникновения света в воду. Солнечной освещенностью пронизывается меньшая мощность водного слоя. Снижается прогрев воды, но повышаются возможности водной толщи насытиться кислородом. Зависимость между прозрачностью и мутностью воды в значительной степени определяется составом взвесей. Поэтому увеличение прозрачности ведет к увеличению фотического слоя, как эмпирически показано на примере ряда приморских водоемов Украины [20]. Прозрачность обеспечивает проникновение света в воду, лучшую освещенность водорослей и, как результат, — более высокую продуктивность хлорофилла. Этот процесс становится меньше при росте концентрации взвеси. Становится меньше и толщина фотического слоя (рис. 7), что сказывается на первичной продукции и состоянии трофической цепи. Как можно видеть, в причерноморских лиманах зависимость толщины фотического слоя от мутности имеет наименьший разброс на графике до $\Pi = 1,5$ м. С ростом прозрачности выше 1,5 м зависимость становится хуже, а отклонение от среднего больше.

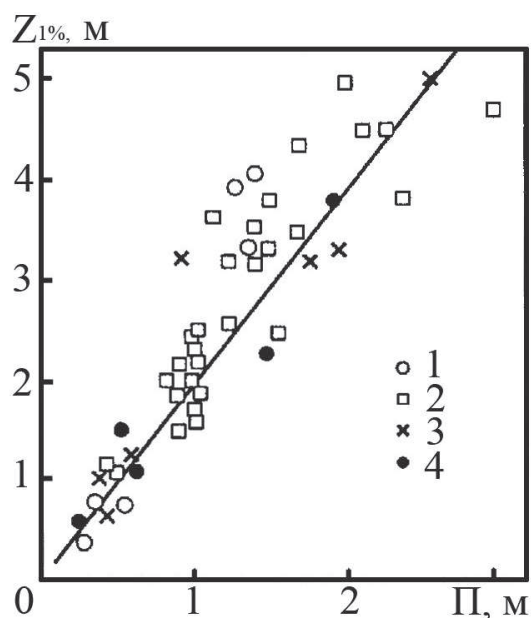


Рис. 7. Зависимость толщины фотического слоя воды $Z_{1\%}$ от прозрачности Π , м, согласно натурным измерениям в лиманах Украины (по В. М. Тимченко [20]): 1 — закрытые лиманы морского побережья; 2 — открытые лиманы; 3 — лиманы дельты Днепра; 4 — придунайские лиманы

Соответственно, В. М. Тимченко получил статистически обоснованное эмпирическое выражение (4). Оно позволяет рассчитать толщину фотического слоя по известной мутности и оценить условия обитания растений в воде.

$$P = 190 \cdot \rho_b^{-0,513} \cdot 10^{0,006(PPP)} . \quad (4)$$

Повышенная продуктивность хлорофилла происходит под влиянием активизации фотосинтеза. Наряду с мелководностью и значительным перемешиванием воды, это ведет к развитию достаточно обильной кормовой базы в лимане. В связи с развитием ветрового режима прозрачность воды претерпевает сезонную изменчивость. Но какой-либо многолетней закономерности тренда не обнаружено [15]. В общем, как и на многих других озерах, в Будацком лимане прозрачность зависит от сноса терригенного осадка, развития биогенной взвеси, особенно в периоды цветения воды, от режима волнения, скоростей и направления действия течений, от глубины лимана. Поэтому далее следует проанализировать результаты исследования взвеси в водной толще.

Концентрация взвеси в воде лимана. На каждой выполненной станции (рис. 2) батометром-бутылкой (1 дм³) отбирались пробы воды в поверхностном (0–10 см) и придонном (в слое до 15 см от дна) горизонтах. Соответственно, лабораторная обработка показала, что в поверхностном горизонте значения составляют от 9,35 до 390,11 г/м³. В придонном горизонте они равны соответственно от 10,0 г/м³ (ст. 10 и 61) до 644,23 г/м³ (ст. 55), что существенно выше, как и в Днестровском лимане. Однако, в связи с тем, что в Днестровский лиман впадает большая река Днестр и по причине большой площади акватории развивается волновой размыв берегов, то это превышение вполне закономерно. Разница крайних значений мутности воды сказывается и на средних значениях: в поверхностном горизонте оно составляет 50,06 г/м³, а в придонном — 74,53 г/м³, т. е. почти в 1,5 раза больше. Такое распределение является в общем нормальным. Например, в Днестровском лимане эта разница равна всего 1,2 раза, что бывает при большей динамичности водной толщи, с более сложной системой течений. К тому же в этом лимане на поверхности содержится в 2,8 раза больше взвешенных наносов, а в придонном — в 2,3 раза, что и отражает более интенсивный и непрерывный снос осадочного материала в Днестровский лиман по сравнению с Будацким.

На этом общем фоне оказалось, что по всей акватории Будацкого лимана суммарная закономерность не выдерживается, далеко не везде в поверхностном горизонте находится меньше наносов, чем в придонном. Мало того, лишь на 42 станциях (59 % от суммы) у дна наносов больше, чем на поверхности. Причем разница может быть очень большой. Так, на ст. 4 она достигала 6,9 раза, на ст. 17 и 18 — 6,6 раза, а на ст. 53 — даже в 10 раз. А вот на 29 станциях (41 % от суммы) в поверхностном горизонте наносов больше, чем у дна. Кроме того, в целом на средние значения мутности повлияло также и то, что чаще всего разница не столь велика от кратного между донными и поверхностными содержаниями взвесей.

Полученные данные позволили впервые построить карты распределения взвешенных наносов в воде Будаковского лимана. Были составлены: отдельно карта распределения мутности в поверхностном горизонте и отдельно — для придонного горизонта. Они составлены в масштабе 1:25000, хотя на схеме в работе представлены в более мелком для формального удобства. Исследование поверхностного горизонта производилось во время очень слабого ветра, со скоростями до 4 м/с и дующим вкрест простирания морского берега. Такой ветер оказывал весьма слабое влияние на поверхность воды, что вело к медленному движению воды и несущественным нагонам (до +5 см). При этом ветровая волна практически не проявлялась, согласно выражению (3).

Вся полученная информация позволила выделить 5 групп мутности по показателю концентрации во всей толще воды в лимане. Это в основном пелитовые фракции со средним диаметром $\leq 0,05$ мм. Около трети площади акватории лимана занято концентрациями ≤ 40 г/м³, около половины — концентрациями в интервале 40–80 г/м³, а наименьшую, несущественную площадь занимают значения ≥ 160 г/м³. Полученные данные позволили построить карту мутности воды в поверхностном горизонте (рис. 8). Интервалы мутности 80–120 г/м³ и 120–160 г/м³ располагаются очень малыми очагами и в общем распределении концентраций играют незначительную роль. Наибольшие концентрации приурочены к северо-восточной части лимана. Они формируются под влиянием выноса из Аккембетского залива, стоков органики с пересыпи, где находится районная рекреационная зона Белгород-Днестровского района, из Приморского залива, откуда выносятся продукты отмирания плавневой растительности, а с территории пгт Сергеевка — во время дождей и таяния снега.

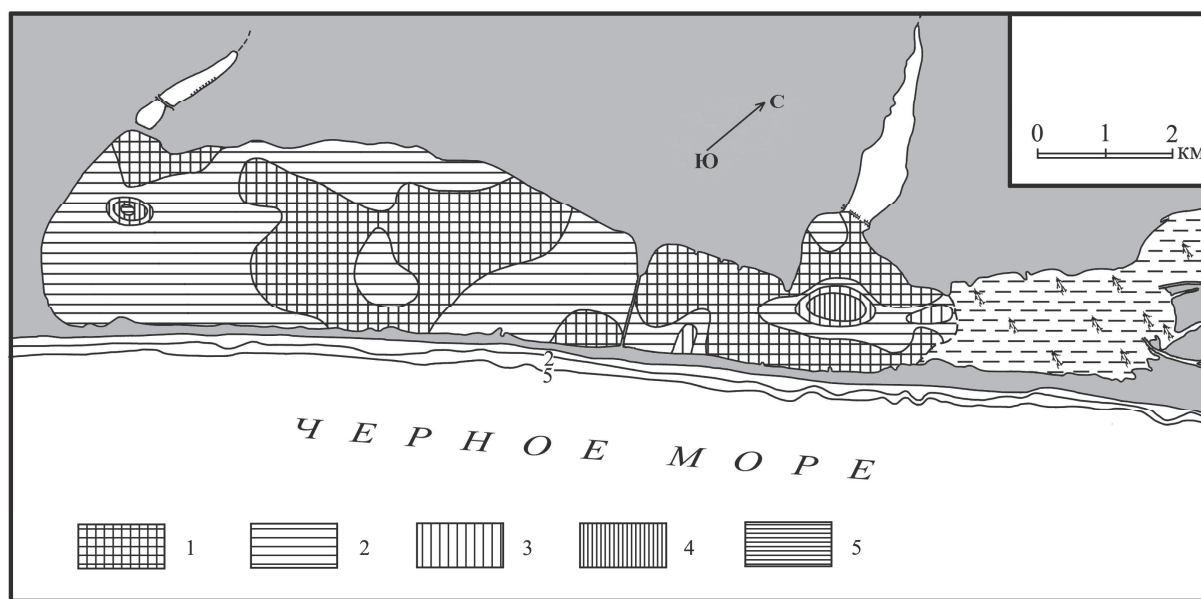


Рис. 8. Картограмма распределения мутности (г/м³) в поверхностном слое водной толщи Будаковского лимана. Значения в лимане: 1 — ≤ 40 ; 2 — 40–80; 3 — 80–120; 4 — 120–160; 5 — > 160

Из Аккембетского залива преобладает терригенная фракция, а с пересыпи, из Приморского залива и с территории Сергеевки — органические частицы. Повышенным является фон мутности от берега, где находятся прилегающие к лиману поселки Вольное, Попаздра, Чебановка и Косовка. Поэтому можно утверждать, что значительная часть взвешенных частиц в Будацком лимане имеет антропогенное происхождение. Показательно, что не обнаруживается зависимость содержания взвеси в поверхностном горизонте воды Будацкого лимана от прозрачности (рис. 6) и рельефа дна (рис. 4). По всей видимости, обнаруженные в воде концентрации взвеси не могут препятствовать такой прозрачности, которая в большинстве случаев допускает видимость дна.

Как можно видеть (рис. 9), придонные значения мутности характеризуются более высокой равномерностью. Как и в поверхностном слое, у дна руководящие значения принадлежат интервалу $40\text{--}80\text{ г/м}^3$ — около 70 % площади акватории. Максимумы приходятся на станции 55 ($644,23\text{ г/м}^3$), 71 ($349,51\text{ г/м}^3$) и 59 ($218,75\text{ г/м}^3$). А вот минимальных значений больше, и они приурочены к станциям 10 и 61 (по 10 г/м^3), 13 и 47 (по 20 г/м^3). Среднее значение оказалось равным $74,53\text{ г/м}^3$.

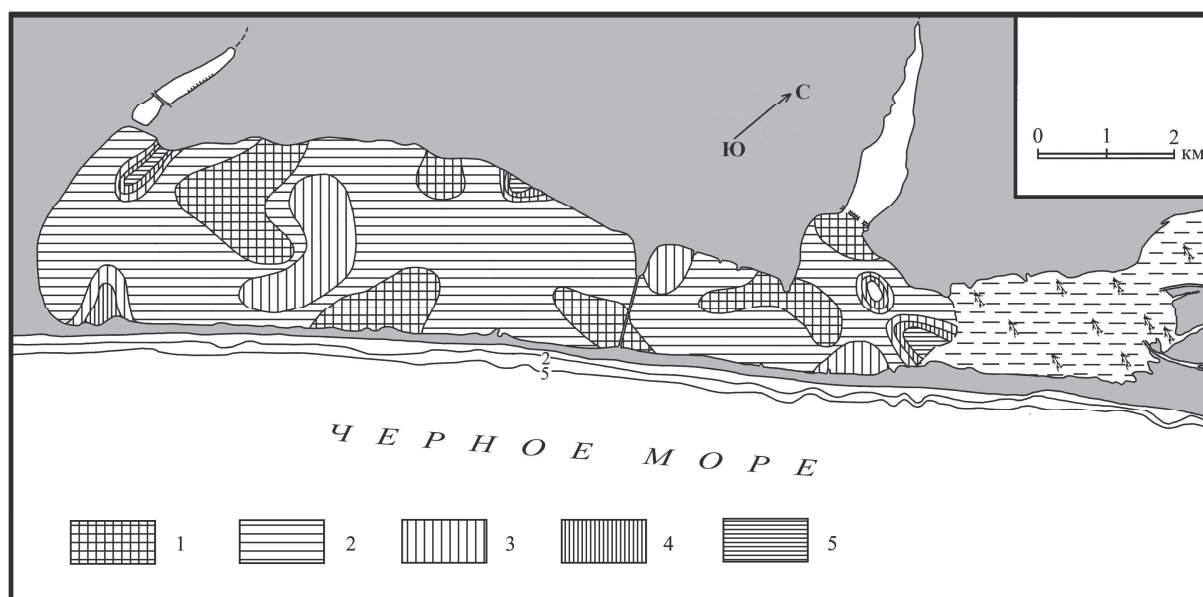


Рис. 9. Картограмма распределения мутности (г/м^3) в придонном слое толщи воды Будацкого лимана. Значения в лимане: 1 — ≤ 40 ; 2 — $40\text{--}80$; 3 — $80\text{--}120$; 4 — $120\text{--}160$; 5 — > 160

При составлении карты обратила на себя внимание очаговость распространения высоких и низких концентраций взвешенного вещества. Как и в Днестровском лимане, такое явление объясняется нами ресуспензией донных осадков в условиях очень мелководного лимана (рис. 4). В настоящее время исследователи склоняются к мысли, что возникновение ресуспензионного механизма продуцируется внутренними волнами — сейшами [11]. Их прохождение при действии ветра и небольшого ветрового волнения в водоеме достаточной площади в целом может создавать повышенные при-

донные концентрации. Они ассоциируются с т. н. «нефелоидными» слоями воды повышенной мутности: во время измерения прозрачности диском Секки отчетливо чувствовалось слабое замедление плоского белого диска на расстоянии 0,45–0,55 м от поверхности дна, в основном глубже изобаты 1 м. В северо-восточной части Будаковского лимана во взвеси господствуют органические частицы. В придонном «нефелоидном» слое концентрации чаще всего в 2–4 раза выше, чем в поверхностном слое, и это явление нередко фиксируется в очень небольших озерах, площадью до 10 км². Поэтому закономерно его встретить и в Будаковском лимане.

Ресуспензия донных отложений обеспечивает значительные изменения содержания мельчайших бентических водорослей в водном столбе придонного горизонта. При этом она влияет на таксономический состав фитопланктонных сообществ. Как и в Днестровском и других лиманах, при этом уменьшается прозрачность воды, снижается поток света в придонный слой и на поверхность дна, а это влияет на вегетацию фитопланктона и погруженных макрофитов. Взмучивание минеральных частиц со дна увеличивает общую поверхность твердого субстрата, оно сопровождается ростом бактериальной продукции в воде [15].

Из приведенных данных было возможным рассчитать литодинамическую емкость водной толщи Будаковского лимана, как это сделано на примере Днестровского лимана. Однако мы не видим в этом научного смысла, поскольку пока не ставим задачу расчета баланса наносов в лимане, в отличие от Днестровского.

Температура воды в Будаковском лимане. Из ряда исследований лимана Бурнас в течение многих лет [10, 14, 15, 18] стало известным, что для природных характеристик типичными являются многолетние изменения в зависимости от изменений окружающих физико-географических условий. На всех станциях во время съемки лимана измерялась температура воды в поверхностном и придонном слое. Оказалось, что в начале лета температура воды уже установилась и находилась на уровне летнего режима как на поверхности, так и в придонном горизонте. В целом, здесь мы принимаем выводы ряда авторов, что изменения температур характеризуются суточными, сезонными и многолетними изменениями [13, 14, 15, 16, 17].

Максимальная измеренная температура воды в Будаковском лимане составила 27,0 °С (ст. 11, 12, 19, 38 и др.). Минимальной была температура, равная 23,0 °С (ст. 68). Неоднократно встречаются значения 24,0 °С (ст. 64). С учетом всех значений, полученных на 71 станции, средняя температура воды в поверхностном слое лимана равна 25,85 °С. Для июня это обычная температура, соответствующая климатическому фону [14, 19]. Что касается значений в придонном горизонте, то их измерения выполнялись одновременно с поверхностными. У дна лимана максимальные значения идентичны, они составляют также +27 °С. Минимум несколько меньше и равен 22,5 °С. Вместе с тем отдельные различия привели к тому, что в придонном горизонте среднее по лиману значение оказалось равным 25,51 °С, т. е. на 0,34 °С меньше, чем на поверхности. Для выполненного количества станций это ощутимо большая разница, которая свидетельствует, что уже

в начале лета в течение суток мелководная толща воды (средняя глубина 1,44 м), подверженная значительному перемешиванию до дна даже во время бризовых ветров, оказывается стратифицированной по термическому признаку. Поэтому надо ожидать, что ряд выполненных станций должны были характеризоваться температурными различиями в поверхностном и донном горизонтах.

Действительно, оказалось, что значения на 48 станциях (или 67,6 % всего количества) характеризуются тем, что у дна температура меньше, чем на поверхности. На разных станциях разность различна — от 0,2 до 1,0 °С. Это значит, что в толще воды Будаковского лимана может сформироваться слой скачка температуры воды с величиной до 0,5 °С в 1 м глубины. Такая особенность лимана является необычной, поскольку в подавляющем большинстве библиографических источников авторы утверждают, что в водоемах с глубинами 1–2 м невозможен слой температурного скачка. Однако, как видим, и в Днестровском, и в Будаковском лиманах с такими глубинами довольно четко фиксируется слой скачка температуры воды даже в начале летнего сезона. Например, разница температур в столбе воды на поверхности и у дна составляла 1,0 °С на ст. 1, 2, 4, 8 и др., а на ст. 3, 6, 11, 23, 37 и др. она была равной 0,5 °С, на ст. 61 — 0,3 °С, на ст. 59 и 62 — 0,2 °С. При этом на 23 станциях (или 32,4 % от всего количества) было обнаружено фактическое равенство температур у поверхности и у дна. И не было ни одной станции, на которой бы температура воды была ниже на поверхности и выше у дна. Все эти значения указывают на тенденцию устойчивости слоев воды и определенные затруднения их перемешивания. Видимо, основную роль в процессе перемешивания играет влияние солености, а в меньшей мере — анемобарических явлений. Примерно такие же абсолютные значения температур для начала лета показывают и другие авторы [1, 14, 15, 18, 20], хотя, как правило, они не указывают, на каком горизонте производились измерения, в каком масштабе, какие при этом были физико-географические условия, в какой части лимана производился пробоотбор и на каких глубинах. Такие недочеты делают практически невозможными сравнения с данными других авторов.

По результатам экспедиционных и камеральных исследований были построены карты распределения температур в Будаковском лимане. В поверхностном горизонте, как можно видеть (рис. 10), преобладает температурный интервал 26–27 °С в начале лета. Ему немного уступают значения 26 °С и 27 °С и более. Они и определяют среднюю температуру в поверхностном горизонте водной толщи. Причем эти значения встречаются в разных частях лимана, что свидетельствует об очень сложном распределении по площади. К тому же минимальные температуры встречаются вдоль северного берега лимана и по левому флангу на выходе из Аккембетского лимана, где возле берега на дне разгружаются подземные источники прохладной воды.

Иной является распределение температуры по площади Будаковского лимана в придонном горизонте (рис. 11). Больше половины акватории занято температурами в интервале 25–26 °С, в отличие от поверхностного слоя, т. е. у дна господствует менее теплая вода. Порядка 20 % площади акватории

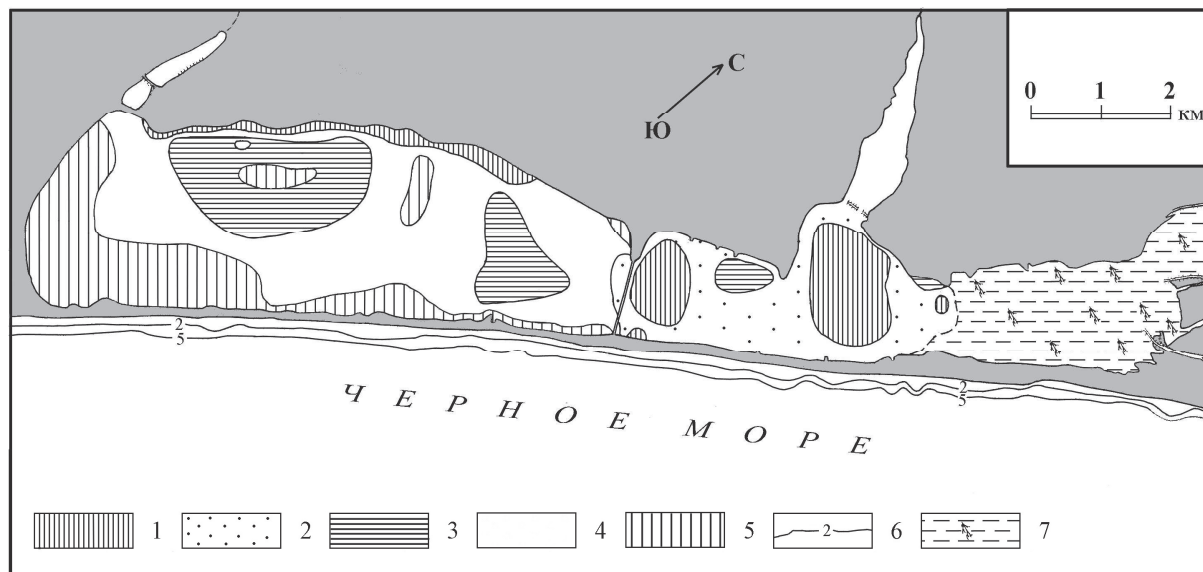


Рис. 10. Картограмма распределения температуры ($^{\circ}\text{C}$) в поверхностном слое воды в Будаковском лимане по данным кондиционной съемки в июне 2008 г. Условные обозначения: 1 — $\leq 25,0$; 2 — $25,0-25,5$; 3 — $25,5-26$; 4 — $26-27$; 5 — ≥ 27 ; 6 — глубины моря; 7 — плавни

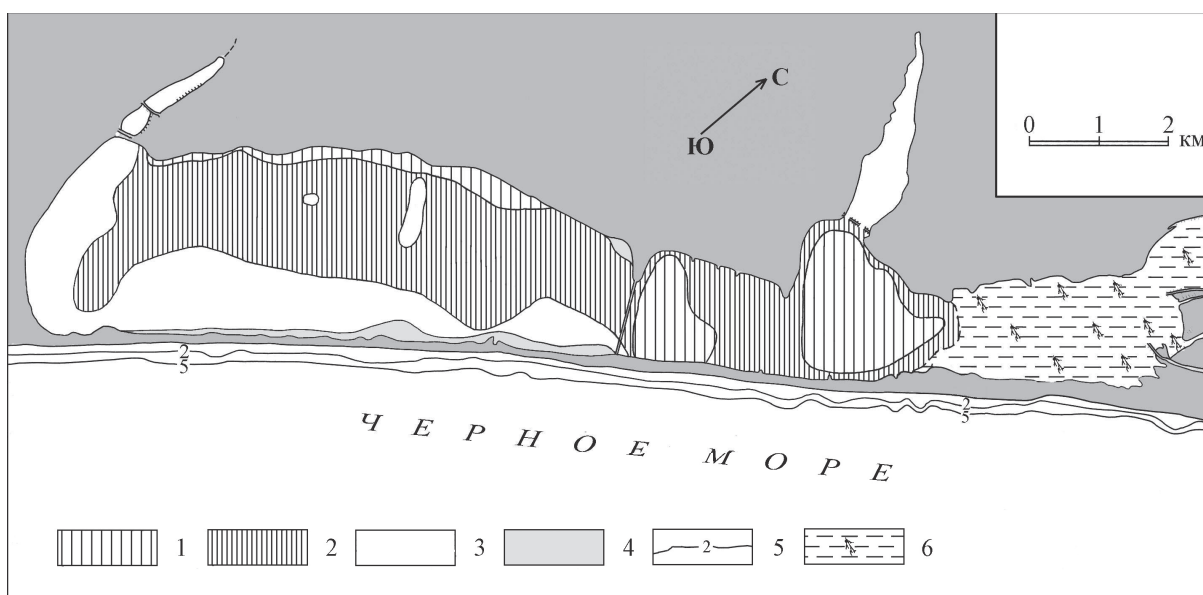


Рис. 11. Картограмма распределения температуры ($^{\circ}\text{C}$) в придонном слое воды в Будаковском лимане по данным кондиционной съемки в июне 2008 г. Условные обозначения: 1 — $\leq 25,0$; 2 — $25-26$; 3 — $26-27$; 4 — > 27 ; 5 — глубины моря; 6 — плавни

занято водой с температурами $< 25^{\circ}\text{C}$, в том числе и вдоль северного берега лимана (как и на поверхности), что еще более понижает общий фон в придонном горизонте. Что касается Приморского залива, покрытого плавнями, то там существенно нарушен режим как в поверхностном, так и в придонном горизонте. В заливе значительно влияют тепловые сбросы с баз отдыха и пансионатов, а также ослабленный водообмен с остальной частью

лимана [22]. На отмели, прилегающей к пересыпи, вода в придонном слое характеризуется повышенными температурами (26–27 °C), а различий в температурах между придонным и поверхностным слоями не обнаружено.

Как видим, на примере Будаковского лимана обнаруживаются такие физико-географические особенности природы, на которые ранее не обращали внимания. Их и следует учитывать при разработке оптимального природопользования. Температуры начала лета 2008 г. станут важным дополнением в общий арсенал физико-географической информации о водах этого лимана и сравнительным материалом при повторных термических съемках и с данными по другим лиманам.

Соленость в воде Будаковского лимана. На каждой станции в Будаковском лимане определялась соленость по плотности и температуре в поверхностном и придонном горизонтах, как и на других лиманах. В общем ряд исследователей показал [10, 13, 15], что значения солености невелики, но весьма контрастны, они составляют от 2 до 32‰ в разные годы [18]. Эта природная характеристика полнее всего описана как общая составная гидрохимического режима. Было доказано, что на нее оказывают влияние атмосферные осадки, испарение, водообмен с Днестровским лиманом по рыбоводным каналам и водообмен с морем во время образования прорыв. Соленость изучалась наряду с исследованиями других физико-географических характеристик на каждой гидрологической станции (рис. 3).

В поверхностном горизонте среднее по лиману значение составляет 16,64‰, что несколько меньше, чем у дна (16,77‰). Такое распределение закономерно, в связи с тем, что более соленая вода тяготеет к придонному слою. Еще большая разница у минимальных значений — 12,00‰ (ст. 56) на поверхности и 13,12‰ (также на ст. 56) у дна. Такая ситуация закономерна, поскольку ст. 56 находится в северо-восточной части лимана (глубина 0,86 м), у плавней, подверженных влиянию пресной воды из Днестровского лимана. В то же время максимальное значение солености несколько более высокое на поверхности водной толщи и равно 20,32‰ (ст. 20), а вот у дна равно 20,18‰ (ст. 5 и 16) в более глубокой юго-западной части акватории. В целом в юго-западной части Будаковского лимана соленость несколько выше, чем в северо-восточной, подверженной влиянию Днестровского лимана, стока из Аккембетского залива и сбросов опресненных бытовых стоков из населенных пунктов.

Различия величин солености между поверхностным и придонным слоями лиманной воды существенны. На это указывают характеристики на станциях на всей акватории. Равная соленость в обоих слоях была установлена всего на 7 станциях (9,9 % от суммы), и все они находятся в юго-западной части лимана. В то же время на 39 станциях (54,9 % от суммы) у дна концентрировалась более высокая соленость, чем на поверхности, что соответствует нормальному вертикальному распределению, несмотря на мелководность лимана, открытость местности и частой повторяемости слабых, умеренных и сильных ветров. И все же на поверхности встречена более высокая соленость, чем у дна, но только на 25 станциях (35,2 % от суммы). Это довольно большой процент такой инверсионной закономерности.

ти, который все равно указывает на вертикальное перемешивание, а также на высокое испарение в начале лета и небольшое влияние дождей (за месяц 5 дней с дождем, в основном кратковременным ливневым). Как можно видеть, распределение солёности в толще воды Будаковского лимана более сложное, чем отмечали ранее другие исследователи [14, 19, 20]. Такие особенности гидрохимического режима показали, что перемешивание воды и насыщение её кислородом происходит не только под влиянием анемобарических причин, но также и под влиянием распределения плотности воды.

По данным выполненных исследований были построены картосхемы распределения для поверхностного и придонного горизонтов. На поверхности слоя воды наибольшая площадь занята значениями солёности 17–18‰ и 18–19‰ (рис. 12). На них приходится около 65 % всей площади акватории, расположенной главным образом в юго-западной части лимана. Минимальная площадь (до 5 %) поверхностного слоя занята водой с солёностью > 20‰. Минимальные и максимальные интервалы солёности на картосхеме распределены отдельными небольшими очагами. В общем, по солёности четко выделяются две части лимана — северо-восточная и юго-западная. В пределах первой обнаружен пониженный фон, а в пределах второй — повышенный фон содержания солей в воде. На такую закономерность ранее указывали многие другие авторы [1, 2, 15]. В представленном виде данная картосхема может служить как сравнительный материал и для представлений о влиянии окружающих условий на толщу лиманной воды.

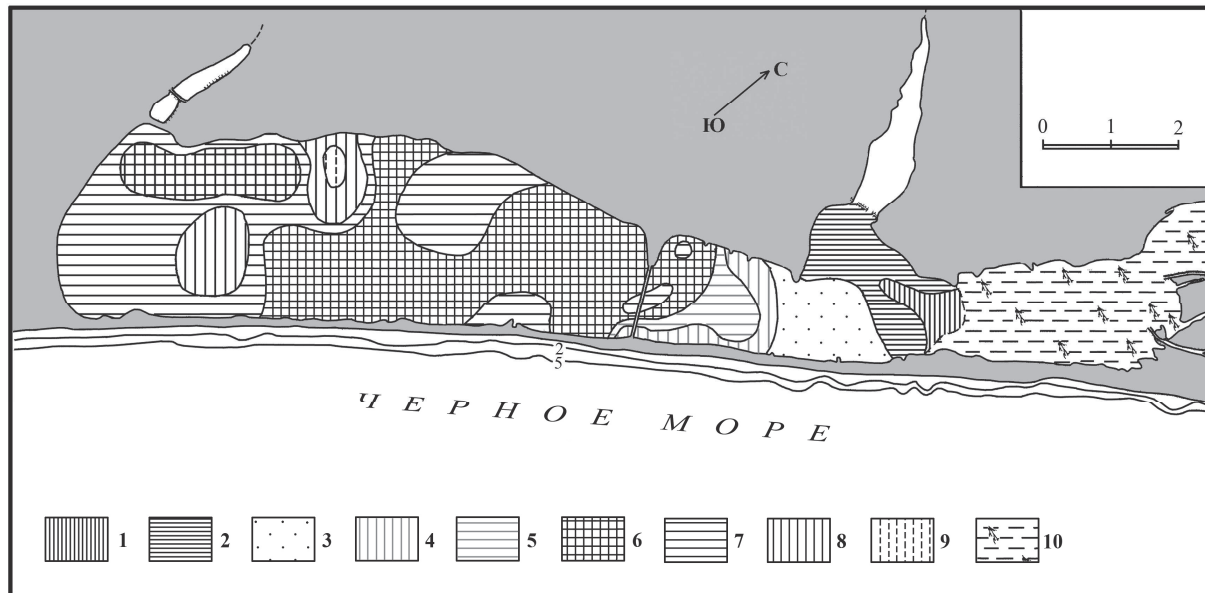


Рис. 12. Картосхема распределения солёности (‰) в поверхностном слое воды Будаковского лимана. Величины солёности: 1 — 12–13; 2 — 13–14; 3 — 14–15; 4 — 15–16; 5 — 16–17; 6 — 17–18; 7 — 18–19; 8 — 19–20; 9 — >20‰; 10 — плавни

Обнаружена небольшая похожесть картосхемы солёности поверхностной воды и солёности придонной воды (рис. 13). Эта закономерность может быть пояснена относительно небольшой величиной отклонения от средне-

го — не более 25 % по максимальному значению и не более 30 % по минимальному на поверхности водной толщи. А в придонном горизонте отклонение максимума величины от средней и того меньше — 20 %. Отклонение минимального значения от среднего только 22 %. Отклонения в общем весьма похожи, что указывает на относительную однородность данных средних значений, хотя конкретные величины солености на обоих горизонтах на отдельных станциях могут быть гораздо выше. Как можно видеть, наибольшая площадь слоя придонной воды занята содержанием соли в воде, равным интервалам 17–18‰ и 18–19‰. Значительная площадь слоя относится к интервалу 13–14‰, минимальной солености, как и в поверхностном горизонте. Эти невысокие значения связаны с влиянием пресной воды из Днестровского лимана, их подземных источников и в результате сбросов загрязненных бытовых вод в Приморский и Аккембетский заливы. Такая картосхема построена впервые на основании кондиционной крупномасштабной съемки. Как и схема солености в поверхностном горизонте, данная (рис. 13) может использоваться для сравнений с другими лиманами, для представлений о свойствах воды в Будацком лимане и о влиянии на соленость окружающих условий.

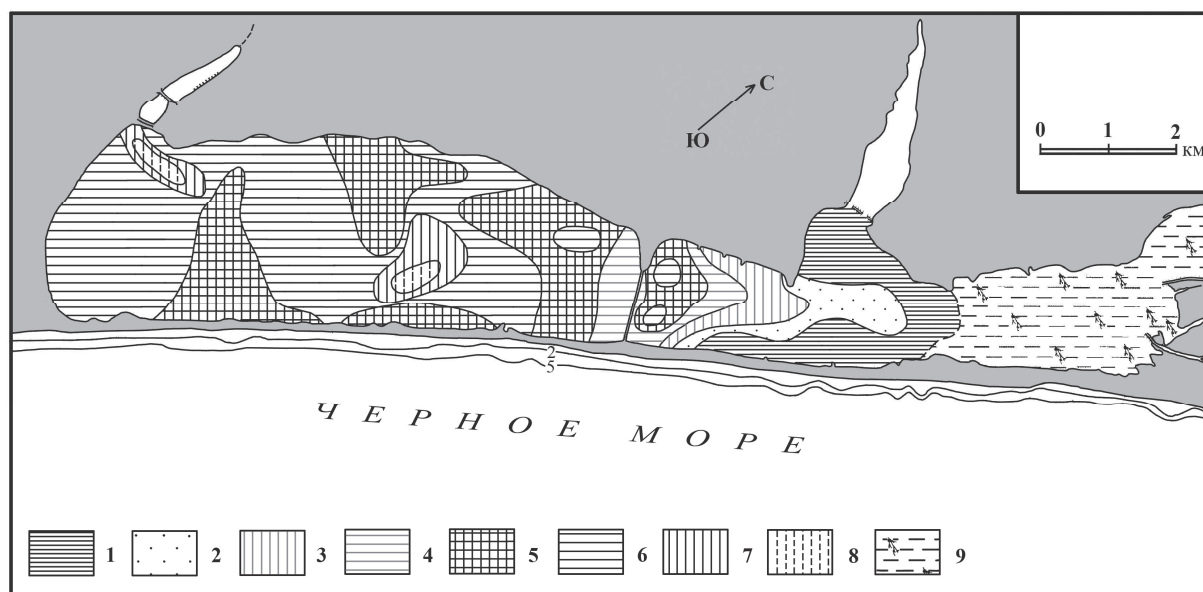


Рис. 13. Картосхема распределения солености (‰) в придонном слое воды Будацкого лимана. Величины солености: 1 — 13–14; 2 — 14–15; 3 — 15–16; 4 — 16–17; 5 — 17–18; 6 — 18–19; 7 — 19–20; 8 — >20‰; 9 — плавни

Гидрохимические свойства воды. Общая гидрохимическая характеристика воды включает не только значения солености на конкретных станциях, но также и некоторые другие, важные для природы сложных лиманных систем. Причем в Будацком лимане и химический состав воды также различается, с одной стороны, в юго-западной части акватории, а с другой — в северо-восточной части. Такие различия являются типичной чертой этого лимана [9, 15]. Далее анализ гидрохимического состояния лимана излагаем по данным цитированных работ.

В первое десятилетие XXI столетия вода в лимане является слабощелочной, поскольку величины pH обычно лежат в пределах 8,2–8,6. Было отмечено перенасыщение воды кислородом, поскольку показатель O_2 составлял от 9,25 до 12,35 мг/дм³ весной и осенью. При этом процент насыщения достигал 101–165 %. Это указывает на относительно высокую аэрацию толщи лиманной воды и в общем небольшую разницу между соленостью и температурой воды в поверхностном горизонте, с одной стороны, а с другой — у дна. Видимо, исключения составляют летние ситуации, при продолжительных высоких температурах, безветрии и загрязнении бытовыми стоками из рекреационной зоны пгт Затока, а также при смывах с территории других населенных пунктов, происходит лавинное развитие цветения воды, как например в 2002 г. Наблюдались низкие концентрации биогенных и высокие — органических веществ. Например, содержание всех форм фосфора и азота, по сравнению с 1960-ми годами, снизилось в 5 раз, кремния в 2 раза, но содержание органического вещества возросло в 10 и более раз [15]. Разложение основной части органического вещества (фитопланктона) происходит не в донных отложениях, а в толще лиманной воды. По содержанию органики она характеризуется как гиперэвтрофная. За прошедшие почти 50 лет обнаружались ощутимые изменения.

Не исключено, что установленные изменения гидрохимического режима связаны с перестройкой природной системы Будаковского лимана. Если ранее основным потребителем биогенных веществ и продуцентом органического вещества были макрофиты, то в настоящее время это звено в лимане почти отсутствует. Соответственно, потребление биогенных веществ происходит за счет развития фитопланктона. В результате повысилась вероятность развития гипоксии, особенно после массового сброса бытовых стоков с крупного рекреационного участка в пгт Затока [15]. Этому способствует застройка пересыпи Будаковского лимана, сейчас также и многоэтажными зданиями, которые не имеют централизованных очистных сооружений и бытовые стоки направляют в лиман.

Представляют известный интерес и биогенные вещества в донных осадках, хотя их содержание и невелико. Как было показано ранее в этой статье, типичным является поле водной взвеси, хотя и не столь плотное, как можно было бы ожидать при имеющейся мелководности водоема. В итоге мелководность обеспечивает минерализацию и разрушение органического вещества, взмучиваемого со дна в водную толщу. А взмучивание осадка и поровых вод обуславливает переход растворенных минеральных соединений азота, фосфора и кремния в воду. Донные осадки лимана усиливают процесс эвтрофирования, поскольку величина потока из них фосфора может достигать 50 %, а аммонийного азота — 40–70 % всех запасов [8]. Сейчас в лимане существует низкая численность аэробного сапрофитного бактериобентоса (в среднем 1400 кл. · г⁻¹). Вместе с тем численность анаэробного сапрофитного бактериобентоса составляет в среднем 110000 кл. · г⁻¹, при крайних значениях от 3000 до 170000 кл. · г⁻¹. Поэтому можно утверждать, что в донных осадках лимана доминирует анаэробная деструкция органического вещества. В этой связи токсичные соединения создают бакте-

риальное заражение донных осадков. В общем Будаковский лиман относится к водоемам с мезотрофными α -олигосапробными водами с превышением нормы К-И.

За последние 30 лет биологи установили возрастание продукции фитопланктона в 6–7 раз, которая через поглощение достигла $7,04\text{--}7,58 \text{ мг О} \cdot \text{дм}^3 \cdot \text{сут}^{-1}$. Деструкция варьировалась от $1,75\text{--}3,21 \text{ мг О} \cdot \text{дм}^{-3} \cdot \text{сут}^{-1}$ (среднее годовое 17,63). Концентрация хлорофилла «а» в поверхностном слое лиманных вод колебалась от 1,20 до $60,7 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ [15]. В составе фитопланктона обнаружено 58 видов и внутривидовых таксонов. В их числе: диатомовые — 23, динофитовые — 14, синезеленые — 11, зеленые — 5, эвгленовые — 2, примнезиофитовые — 2, прохлорофитовые — 1. В 2002 г. в Будаковском лимане биологи впервые наблюдали «цветение» воды, сформированное мелко-размерными клетками с численностью в январе $1,7 \text{ млрд кл.} \cdot \text{дм}^{-3}$. В мае она выросла в 9 раз. За период последних 60 лет средняя численность фитопланктона выросла в 21 раз.

Ранее С. Б. Гринбарт, затем Ф. С. Замбриборщ, Я. И. Димитриев, а сейчас Л. И. Старушенко и С. Г. Бушуев [18] и П. В. Шекк [15] фиксируют существенные изменения видового состава рыб и их продуктивности в лимане. Если в 60-х годах XX века насчитывалось 22–29 видов, то сейчас — до 40 видов. Это кефаль, глосса, бычок, карась, атерина, судак, плотва, карп и др. Среднегодовая продуктивность 50 лет назад составляла $10,6 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$, а в последнее десятилетие — $4,0\text{--}5,0 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$.

Как можно видеть, Будаковский лиман находится в потенциально благоприятных условиях для производства морепродуктов и создания марикультуры. При планировании использования его природных ресурсов следует приоритетное внимание уделить снижению антропогенного пресса. В дальнейшем целесообразно установить режим оптимального природопользования.

Морфология и динамика пересыпи лимана. Как подчеркивалось ранее в этой статье, у береговых лиманов одним из важнейших элементов является пересыпь. Обычно она отделяет лиман от моря, что создает характерный только для него гидролого-гидрохимический режим, оказывает воздействие на седиментацию на дне, на колебания уровня, на водную переработку берегов, на формирование живых организмов, на воздействие антропогенного фактора. Поэтому важно знать черты морфологии и динамики изученной пересыпи.

Результаты исследования пересыпей, в том числе и Будаковской, изложены в книге Ю. Д. Шуйского и Г. В. Выхованец [23], а также в известной монографии [10]. Но эти результаты относятся к концу 80-х годов XX столетия и требуют обновления. Позже была исследована роль эолового фактора в формировании пересыпи и выявлен механизм её эволюции [4, 23]. В последующие годы были выполнены повторные топосъемки Будаковской пересыпи, выполнено топографо-грунтовое профилирование и обработаны полученные данные. Всего было отработано 9 характерных профилей, на которых было взято 137 проб береговых наносов. Весь этот материал был представлен так, как и в упомянутой книге [23].

Прежде всего, обращаем внимание на различия пересыпи на северо-восточном и юго-западном участках, которые разделены мостом через лиман. Хорошо видно, что северо-восточная часть пересыпи имеет ширину от 65 до 95 м, высоту — от 1,2 до 2,1 м (среднее 1,43 м) (рис. 14). Это на 10–40 % меньше, чем в 70-х годах минувшего столетия, а по объемному параметру ($\text{м}^3/\text{м}$) — почти в 2 раза. Такие изменения указывают на деградацию пересыпи и безостановочное её разрушение. Причин тому несколько, которые уже долгое время действуют совместно. Во-первых, необоснованная и безграмотная застройка пересыпи, особенно на отрезке Белгород-Днестровской районной территории. Во-вторых, эффективное нарушение механизма наносообмена между морским пляжем и лиманной зоной, что привело к уничтожению лиманной зоны и выведению из процесса развития эоловой зоны. В-третьих,

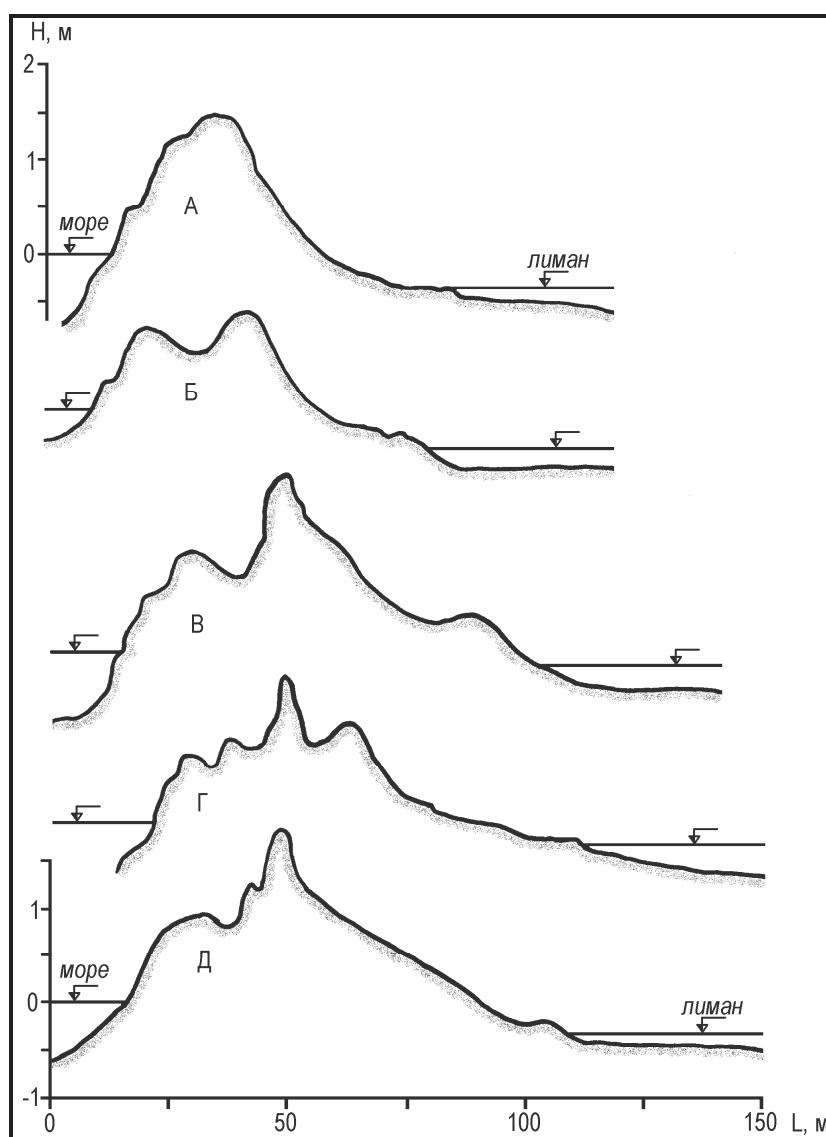


Рис. 14. Характерные поперечные профили вкрест простираения песчаной пересыпи Будаковского лимана (А — Д) на её северо-восточном участке в условиях усиленной деградации под влиянием антропогенного фактора. Шкала высоты Н, шкала длины L, метры

уничтожение реального и наиболее обильного источника песчаных наносов выше по потоку наносов, на Грибовской пересыпи, на Терновской террасе и на северной части пересыпи Днестровского лимана. В-четвертых, несанкционированный вывоз пляжевого песка в неизвестном направлении какими-то лицами.

В то же время на юго-западном участке Будаковской пересыпи, к юго-западу от моста размеры пересыпи гораздо больше (рис. 15). Ширина составляет от 110 до 155 м, а местами, в точках выдвижения конусов выноса прибойного потока в лиман, она может быть значительно больше. Это в 1,16–2,38 раз больше, чем северо-восточнее моста. И по высоте разница большая. Измеренные значения высоты меняются от 2,1 до 3,1 м, а в среднем равны 2,6 м. Это в 1,8 раза больше по среднему показателю по сравнению

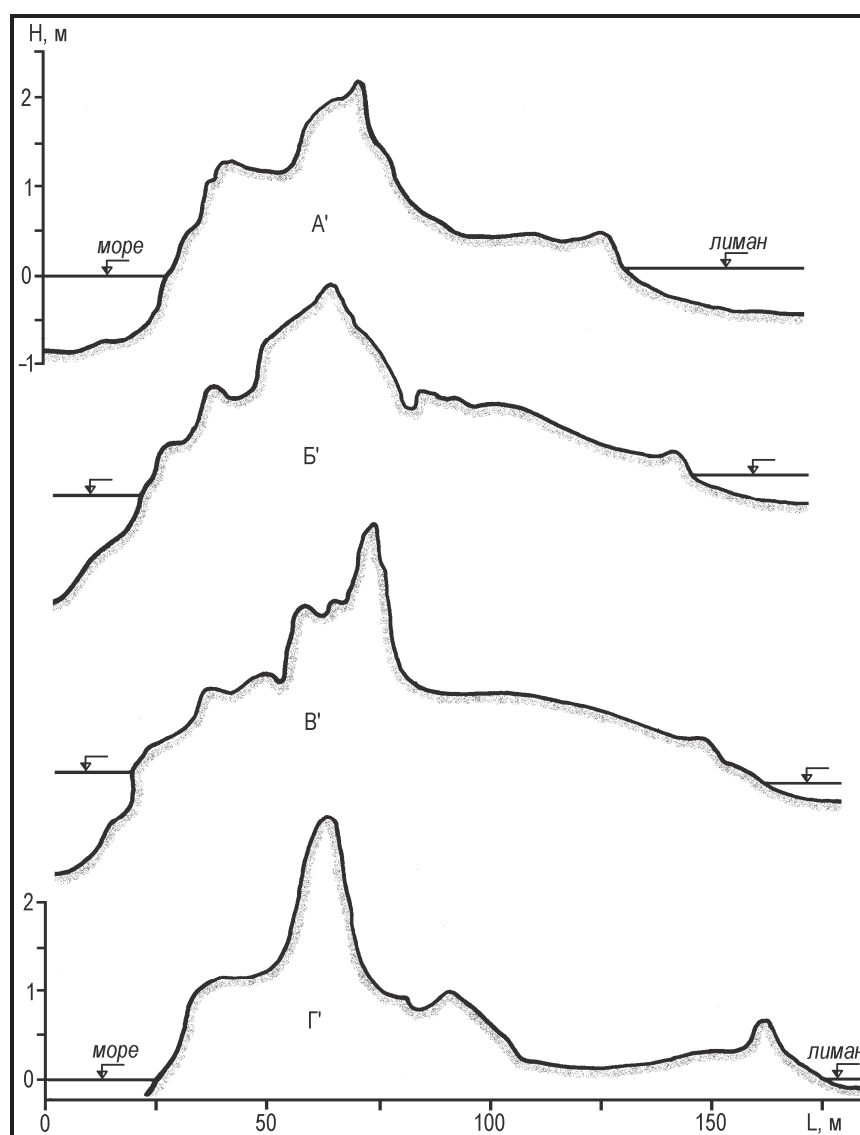


Рис. 15. Характерные поперечные профили вкрест простираения песчаной пересыпи Будаковского лимана (А — Г) на её юго-западном участке в условиях ослабленного влияния антропогенного фактора. Шкала высоты Н, шкала длины L, метры

с северо-восточной частью пересыпи. Кроме того, её юго-западная часть характеризуется более крупными береговыми дюнами и четко выраженной лиманной зоной, в то время как северо-восточнее моста дюны выражены нечетко, в большинстве отсутствуют, как и лиманная зона. Соответственно, береговая линия быстрее отступает северо-восточнее моста, там и штормовые прорывы пересыпи бывают сильнее, чаще и дольше. И как результат, на юго-западе еще сохраняется растительность и животные, соответствующие окружающим абиотическим условиям. Это ведет к небольшому нарушению структуры ландшафта на пересыпи. В то же время на северо-востоке такая структура в основном уничтожена, за исключением небольшого участка перед мостом напротив Сергеевки.

Общая деградация, охватившая пересыпь Будаковского лимана, может быть подтверждена не только шириной и высотой, но также и динамикой. Типичным в этом отношении является участок на северо-восточной части пересыпи на Rp5Г/56. В качестве первичной приводится нивелировка профиля 20.08.2000 г. Повторные нивелировки были выполнены в 2005 г. и 2008 г. За прошедшие 8 лет береговая линия со стороны моря отступила на 22 м, т. е. в среднем на 2,75 м/год за указанный срок (рис. 16). Отступление береговой линии данной пересыпи было всегда. В условиях, близких естественным, когда влияние антропогенного фактора было слабым предельным, отступление было относительно небольшим.

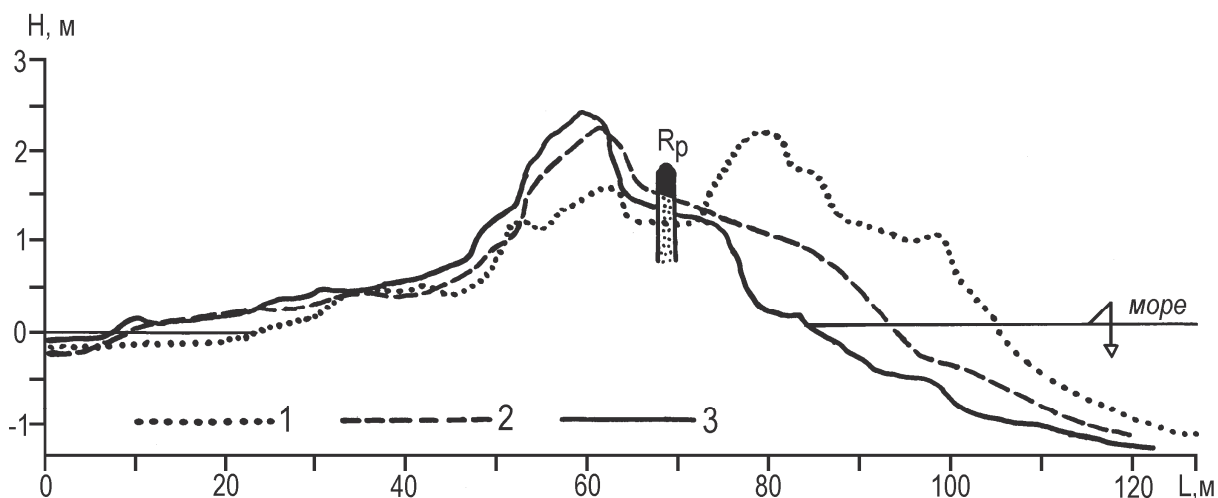


Рис. 16. Динамика поперечного профиля на песчаной пересыпи Будаковского лимана на участке запредельного антропогенного влияния по данным нивелирования: 1 — 20.08.2000 г.; 2 — 09.09.2005 г.; 3 — 27.08.2008 г.

Согласно результатам работы [23], в период 1957–1971 гг. вдоль берега от санатория «Золотые пески» до моста среднее значение расстояния, на которое отступила береговая линия, составила 24 м. Следовательно, за 16 лет общее отступление составило 24 м, или в среднем 1,5 м/год. Получается, что под влиянием усиления антропогенного пресса увеличиваются и средние скорости отступления берега. За последние 10 лет они возросли в 1,8 раза. Однако это не просто рост скоростей. Согласно рис. 16, отступление морской

стороны пересыпи сопровождается гораздо более медленным нарастанием (в 2–3 раза) береговой линии со стороны лимана. Как видим, происходит уменьшение ширины пересыпи, что является еще одним реальным признаком деградации, кроме разницы в размерах (рис. 14 и 15). И конечно же, в условиях тотальной безграмотной застройки Будаковской пересыпи и постепенного уменьшения её размеров происходит исчезновение характерного ландшафта песчаных эоловых форм прибрежно-морского типа.

На этом общем фоне, как было показано, еще сохраняется ландшафтная структура пересыпи к юго-западу от моста. Причины такого выражения пересыпи к юго-западу от моста кроются в том, что там отсутствует существенное влияние антропогенного фактора и еще действуют природные механизмы эволюции. Эта часть Будаковской пересыпи еще пока в состоянии самовосстанавливаться после естественных и искусственных возмущений. По этой же причине сохраняется пока относительно «здоровой» та часть северо-восточной половины пересыпи, которая примыкает к мосту и находится напротив Сергеевки. Она эксплуатируется щадяще, с сохранением допредельного антропогенного возмущения. Здесь не ведется строительство, не прокладываются дороги, а если вывозится песок, то втайне от властей и в очень небольшом количестве. В этой связи, крайне необходимо эту часть пересыпи передать громаде Сергеевки как средство продолжать *«традиционную хозяйственную деятельность местного населения»* — рекреационную. Чтобы и в дальнейшем «сергеевскую» часть не застраивать, не строить дорогу, рекреантов перевозить с коренного берега и возвращать обратно. В противном случае её ждет такое же разрушение, как и на Затокской и Белгород-Днестровской районной территории.

Выводы

1) Впервые выполнена комплексная физико-географическая съемка Будаковского лимана и всех его основных элементов: лиманной чаши, водной толщи и пересыпи. Она позволила получить именно ту информацию, которая обычно обеспечивает сохранение полезных свойств лимана, оптимальное природопользование, минимизацию антропогенного воздействия, дальнейшее «здоровое» состояние лимана.

2) Наибольшие глубины $\geq 2,2$ м встречены в юго-восточной части лимана: на ст. 10, 15 и 18 значение равно 2,20 м, на ст. 17 — 2,22 м, а максимум на ст. 21 — 2,25 м. В мелководной части глубины несколько превышают 1,5 м (1,60 м на ст. 44 и 1,68 м на ст. 46), а почти 70 % площади занято глубинами 1,0–1,5 м. Средняя глубина оказалась равной 1,4 м.

3) Около четверти всей площади Будаковского лимана занято водой с абсолютной прозрачностью, что составляет более 2 м. Прозрачность приближается к значениям максимальных глубин 2 м и глубже на 21 % всех отработанных станций. На более 80 % всех станций глубина совпадает со значениями прозрачности. Максимальная прозрачность составляет 2,25 м, минимальная 0,27 м, а средняя 1,38 м.

4) В поверхностном горизонте значения мутности составляют от 9,35 до 390,11 г/м³. В придонном горизонте они равны соответственно от 10,0 г/м³ (ст. 10 и 61) до 644,23 г/м³ (ст. 55). Нами выделено 5 групп мутности по показателю концентрации. Это в основном пелитовые фракции со средним диаметром $\leq 0,05$ мм. Около трети площади акватории лимана занято концентрациями мутности ≤ 40 г/м³, около половины — концентрациями в интервале 40–80 г/м³, а наименьшую, несущественную площадь занимают значения ≥ 160 г/м³.

5) Максимальная измеренная температура воды в Будаковском лимане составила 27,0 °С (ст. 11, 12, 19, 38 и др.). Минимальной была температура, равная 23,0 °С (ст. 68). Неоднократно встречаются значения 24,0 °С (ст. 64). С учетом всех значений, полученных на 71 станции, средняя температура воды в поверхностном слое лимана равна 25,85 °С. В придонном горизонте среднее по лиману значение оказалось равным 25,51 °С, т. е. на 0,34 °С меньше, чем на поверхности.

6) В поверхностном горизонте среднее по лиману значение составляет 16,64‰, что несколько меньше, чем у дна (16,77‰). Такое распределение закономерно, в связи с тем, что более соленая вода тяготеет к придонному слою, даже несмотря на существенное ветровое перемешивание воды. На поверхности слоя воды наибольшая площадь занята значениями солености 17–18‰ и 18–19‰. Наибольшая площадь слоя придонной воды занята содержанием соли в воде, равным интервалам 17–18‰ и 18–19‰.

7) Будаковский лиман находится в потенциально благоприятных условиях для производства морепродуктов и создания марикультуры, для рекреационного использования и развития селитебной деятельности. При планировании использования его природных ресурсов следует приоритетное внимание уделить снижению антропогенного пресса. В дальнейшем целесообразно установить режим оптимального природопользования.

Литература

1. Адобовский В. В. Современные процессы высыхания и осолонения лиманов с ограниченным водообменом // *Эколог. проблемы Чорного моря*. — 2002. — Вип. 3. — С. 3–8.
2. Бабинец А. Е., Сухоребрий А. А. О гидрохимических особенностях донных отложений лиманов Северо-Западного Причерноморья // *Геологич. журнал*. — 1981. — Вып. 41. — № 2. — С. 104–111.
3. Башкиров Г. С. Динамика прибрежной зоны моря. — Москва: Морской транспорт, 1961. — 220 с.
4. Выхованец Г. В. Эоловый процесс на морском берегу. — Одесса: Астропринт, 2003. — 384 с.
5. Выхованец Г. В., Гыжко Л. В., Вержбицкий П. С., Стоян А. А., Гыжко А. А., Муркалов А. Б. Физико-географическая характеристика лимана Бурнас на северо-западном побережье Черного моря // *Вісник Одеського національного університету. Географ. та геол. науки*. — 2008. — Т. 13. — Вип. 6. — С. 44–56.
6. *Геология шельфа УССР*. Лиманы // *Общ. ред. Е. Ф. Шнюков*. — Киев: Наукова думка, 1984. — 176 с.
7. Гыжко Л. В. Изучение солености лимана Бурнас на побережье Черного моря // *Вісник Одеського національного університету. Геогр. та геол. науки*. — 2009. — Т. 14. — Вип. 16. — С. 59–67.

8. Денисова А. И., Нахшина Е. П., Новиков Б. И., Рябов А. К. Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды. — Киев: Наукова думка, 1987. — 163 с.
9. Журавлева Л. А., Александрова Н. Г. Гидрохимический режим // Лиманы Северного Причерноморья. — Киев: Наукова думка, 1990. — С. 29–69.
10. Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья // Под ред. Г. И. Швобса. — Ленинград: Наука, 1988. — 304 с.
11. Мартынова М. В. Влияние взмучивания донных отложений на экосистемы водоемов // География и природные ресурсы. — 2007. — № 4. — С. 38–41.
12. Природа Одесской области. Ресурсы и их рациональное использование и охрана / Под ред. Г. И. Швобса и Ю. А. Амброз. — Киев — Одесса: Вбща школа, 1979. — 144 с.
13. Розенгурт М. Ш. Исследование влияния зарегулированного стока р. Днестра на солевой режим Днестровского лимана. — Киев: Наукова думка, 1971. — 132 с.
14. Розенгурт М. Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов одесских лиманов. — Киев: Наукова думка, 1974. — 224 с.
15. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Отв. ред. Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров, Г. Г. Миничева. — Киев: Наукова думка, 2006. — 703 с.
16. Склярук Д. И. Грязевые озера и лиманы Украинской ССР и их практическое использование. — Киев: Изд-во АН УССР, 1959. — 265 с.
17. Склярук Д. И. Лиманы и озера Северного Причерноморья и их природные лечебные ресурсы // Труды Одесского госуд. университета им. И. И. Мечникова. — 1962. — Т. 152. — Вып. 10. — С. 68–73.
18. Старушенко Л. И., Бушуев С. Г. Причерноморские лиманы Одесщины и их рыбохозяйственное использование. — Одесса: Астропринт, 2001. — 152 с.
19. Тимченко В. М. Эколого-гидрологические исследования водоёмов северо-западного Причерноморья. — Киев: Наукова думка, 1990. — 238 с.
20. Тимченко В. М. Экологическая гидрология водоемов Украины. — Киев: Наукова думка, 2006. — 383 с.
21. Чепіжко А. В., Кадурін В. Н., Шатохіна Л. Н., Гижко Л. В. Еколого-геологічна система Березанського лиману — проблема її відновлення і регулювання // Причорномор. екологічний бюлетень. — 2009. — № 1 (31). — С. 79–87.
22. Шуйский Ю. Д. О результатах географических исследований Днестровского лимана на побережье Черного моря // Причорн. еколог. бюлетень. — 2009. — № 1 (31). — С. 55–78.
23. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в Северо-западной части Черного моря. — Москва: Недра, 1989. — 198 с.
24. 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. — 2009. Вип. 1 (31). — С. 96–111.
25. Эдельштейн К. К. Лимнологическая практика. — Москва: Изд-во Московск. унив., 1989. — 96 с.

Ю. Д. Шуйський, Г. В. Вихованець, Л. В. Гижко, О. Б. Муркалов

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

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ РИСИ БУДАЦЬКОГО ЛИМАНУ НА ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОМУ УЗБЕРЕЖЖІ ЧОРНОГО МОРЯ

Резюме

Будацький лиман відносно невеликий (довжина близько 17 км, максимальна ширина 2,5 км, площа пересічно 31 км²), він зазнає потужного антропогенного тиску і має суттєве господарське значення. Кондиційна зйомка лиману налічувала 71 станцію (1 станція характеризувала близько 0,44 км² акваторії). На підставі зйомки були складені карти рельєфу дна, прозорості, каламутності води, температури, солоності на поверхні та в донному шарі. Визначені провідні закономірності розвитку природної системи лиману.

Ключові слова: Чорне море, узбережжя, лиман, рельєф, вода, пересип, температура, солоність.

Yu. D. Shuisky, G. V. Vykhovanets, L. V. Gyzhko, A. B. Murkalov

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

PHYSICAL GEOGRAPHY OF BUDAKI LIMAN ALONG NORTHERN COAST OF THE BLACK SEA

Summary

Budaki liman is relatively small (31 km, long 17 km with maximal wide 2,5 km). It expose of impact of anthropogenic press and have noticeable economic significance. Standard limnologic survey was accomplished on 71 stations (in average 0,44 km² per the one station). According the noted survey, different maps were constructed: maps of the bottom relief, bottom sediments, water suspension, transparence, temperature, salinity in surface and bottom layer etc. Basic natural peculiarities were discovered for natural system of Budaki liman.

Key words: Black Sea, coast, liman, relief, water, shore bar, temperature, salinity.